

平成 20 年度
極域気水圏・生物圏合同シンポジウム

講演要旨集

**Abstracts
of
XXXI Symposium
on
Polar Meteorology and Glaciology
Polar Biology**

平成 20 年 12 月 2 日(火)・3 日(水)・4 日(木)・5 日(金)
December 2.3.4. and 5 2008

国立極地研究所
National Institute of Polar Research

南極地域観測第 VIII 期計画（平成 22 年度～27 年度）

一般研究観測・萌芽研究観測の公募について

国立極地研究所

1957-58 年、第 3 回国際極年にあたる「国際地球観測年（IGY）」を機に開始されたわが国の南極観測は、50 年の観測活動を経て、現在、南極地域観測第 VII 期計画（平成 18 年～21 年度）のもとに研究観測が実施されています。最近では、インテルサット衛星回線導入による通信情報量の飛躍的増大、航空機による輸送の試行、複数の観測船による海洋観測、ドームふじ深層掘削、日独共同航空機観測や 2007-2008 年の国際極年（IPY2007-2008）に参加する各種の観測計画など大きく進展しています。更に、第 VII 期計画の最終年度である平成 21 年度には、新観測船が就航予定であり、研究観測の新展開も期待されます。一方で、南極地域の研究に対する社会の期待も大きく膨らみ、人類の将来を占う重要な研究成果が待たれています。こうした背景の下で、この度「南極地域観測第 VIII 期計画（平成 22 年度～27 年度）」を策定するに当たっては、更なる南極観測の飛躍・展開を目指し、また中長期的な観点から将来的な南極地域観測事業の体制等を整備していきます。このような状況を踏まえ、期間中の研究観測については、広く国内の研究者から、公募する運びとなりました。

今回の公募は、以下の南極観測のカテゴリーにおける「研究観測」の中で「一般研究観測」・「萌芽研究観測」に関するもので、研究者の皆様からの観測提案を受け、審査を行い「南極地域観測第 VIII 期計画（平成 22 年度～27 年度）一般研究観測／萌芽研究観測」として共同研究観測という位置づけで実施するというものです。既に「重点研究観測」については、研究者の皆様から研究観測の御提案を頂き、所内外の有識者で審査を行い、「南極地域観測第 VIII 期計画」において、重点研究観測として実施すべく準備を進めております。

詳細に関しては、下記 URL を参照してください。

http://www.nipr.ac.jp/info/notice/H22_research/

今回の公募の締め切りは、平成 21 年 1 月 15 日（木）必着です。多くの皆さんの応募をお待ちしています。また、本公募について、関係学会や研究コミュニティ等にも広くお知らせいただければ幸いです。

研究観測の分類

カテゴリー	南極地域観測事業				
	研究観測			基本観測	
	重点研究観測	一般研究観測	萌芽研究観測	モニタリング観測	定常観測
定義	<ul style="list-style-type: none"> ・南極地域に関わる独創的・先駆的な研究を目的として、時限を定めて実施される研究観測 ・公募(注)による提案に基づく観測計画、及び国立極地研究所の主導する計画 			以下の条件を全て満たす基本的な科学観測： <ul style="list-style-type: none"> ①国際的または社会的要請がある、 ②観測手法が確立している、 ③速やかなデータ公開、 ④継続的観測が必要 	
	研究分野を超えた横断的な発想のもとで提案されたシーズを基に企画される大型共同研究観測	研究者/研究者コミュニティからの提案を基に推進する共同研究観測	重点・一般研究観測の予察的な観測や技術開発		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・南極における未知の観測領域や南極の特性を生かした新たな研究観測 ・国家事業としての南極観測の中期事業計画の中核となる観測計画 ・国内外の研究機関との連携も積極的に推進 	<ul style="list-style-type: none"> ・極地の特色を生かした、比較的短期間に集中して実施する研究観測 ・または、複数の研究期間にわたる継続観測によって自然現象を研究することを目的とした観測 	<ul style="list-style-type: none"> ・将来、重点研究観測または一般研究観測に発展することを前提とし、そのプレ・スタディとして科学的成果の見通し、技術的課題の解決を図ることを目的とする観測 	<ul style="list-style-type: none"> ・中長期的な継続観測を前提とし、確立された観測手法により、自然現象を明らかにしようとする観測 	<ul style="list-style-type: none"> ・担当機関が責任を持って予算及び隊員を担保し、毎年確実に遂行されるべき観測
	有識者から構成される委員会が、すべての観測計画の審議(事前評価)及び観測成果の客観的な評価を行う				
計画年数	6年以内	3年以内	1～2年		

注) ここでいう公募とは、研究計画の提案を公開募集することで、策定された計画は南極観測事業として実施されることから、提案者に研究・観測費が直接配分されるものではない。

平成 20 年度
極域気水圏・生物圏合同シンポジウム

プログラム

平成 20 年 12 月 2 日(火)・3 日(水)・4 日(木)・5 日(金)

12月2日(火)		12月3日(水)	
開会の挨拶	9:30-9:40	口頭発表 V. 日ス共同 I	10:00-11:00
口頭発表 I. 大気力学・気候	9:40-11:20	口頭発表 VI. 日ス共同 II	11:10-12:00
口頭発表 II. エアロゾル	11:30-12:30	昼食	12:00-13:25
昼食	12:30-13:15	雪氷・融合プロジェクトポスター発表	13:25-14:55
ポスター発表(大気・海洋海氷)	13:15-14:45		
口頭発表 III. 海洋・海氷	14:45-16:35	口頭発表 VII. 融合プロジェクト 「氷床域の微生物」	15:00-17:30
口頭発表 IV. 雪氷	16:45-18:15	懇親会	18:00

12月4日(木)		12月5日(金)	
口頭発表 VIII. 融合プロジェクト 「極限環境の生物」	10:00-12:00	口頭発表 X. 海洋生物 「南極海洋研究の国際的展開」	10:00-12:00
昼食	12:00-13:00	昼食	12:00-13:00
融合・陸上生物ポスター発表	13:00-14:00	海洋生物ポスター発表	13:00-14:00
口頭発表 IX. 陸上生物 「極域における生態系変動」	14:00-15:50	口頭発表 XI. 海洋生物 「海洋環境と生物」	14:00-16:00
融合・陸上生物ポスター発表	15:50-17:00	海洋生物ポスター発表	16:00-17:00
若手プレゼンテーション賞発表 (融合・陸上)	17:00	若手プレゼンテーション賞発表(海洋生物)・ 閉会	17:00

第31回極域気水圏・生物圏合同シンポジウム

プログラム

口頭発表の講演時間は12分(発表10分、質疑2分)

2008年12月2日(火)

I. 大気力学・気候 (8)

9:40 ~ 11:20

座長: 富川喜弘(極地研)

- 1 降雪時における昭和基地上空の風速分布の特徴
鈴木香寿恵、山内恭、平沢尚彦(極地研)
- 2 非静力学モデルを用いた南極カタバ風の力学的研究
小山健宏、高木征弘、佐藤薫(東大院理)
- 3 ブロッキング後に南極氷床上に維持された高気圧の時間変化
平沢尚彦、本山秀明(極地研)、林政彦(福岡大)
- 4 20世紀前半の北極温暖化とは何か
山内 恭(国立極地研究所)
- 5 氷期気候系のエネルギー論
村上茂教、大垣内るみ(海洋研究開発機構)、阿部彩子(東大気候システム研究センター)
- 6 3次元残差循環を用いた成層圏オゾンの輸送に関する研究
木下武也(東京大学)、富川喜弘(国立極地研究所)、佐藤薫(東京大学)
- 7 南半球極域重力波の発生源の研究
舘野聡、佐藤薫(東京大学大学院理学系研究科)、渡辺真吾、河谷芳雄(JAMSTEC/FRCGC)、富川喜弘(国立極地研究所)、宮崎和幸(JAMSTEC/FRCGC)、高橋正明(東京大学CCSR、JAMSTEC/FRCGC)
- 8 南極昭和基地大型大気レーダー計画
佐藤薫(東京大学)、堤雅基(極地研)、佐藤亨、斉藤昭則(京都大学)、富川喜弘(極地研)、西村耕司(情報・システム研究機構)、山岸久雄、山内恭、麻生武彦、江尻全機(極地研)

II. エアロゾル (5)

11:30 ~ 12:30

座長: 林政彦(福岡大)

- 1 南緯40-60度領域のエアロゾル場: 全球エアロゾル輸送モデルと衛星観測による解析
五藤 大輔、中島 映至(東大気候システム研究センター)、竹村 俊彦(九州大学応用力学研究所)、日暮 明子(国立環境研究所)
- 2 ライダーによる北極圏PSCsの観測(2008年1月)
内田元基、藤原玄夫、白石浩一、林政彦(福岡大学)、柴田隆(名古屋大学)

- 3 プロトン移動反応質量分析計を用いた南極海の大气中硫化ジメチルの観測計画
和田誠、中岡慎一郎、笠松伸江(国立極地研究所)
- 4 He-MIP-AESによる昭和基地大气中粒子状物質の特性化
-大气中粒子状物質の粒径分布、組成分析、化学状態評価-
浅野比(山口東京理科大学)、青山朋樹(堀場製作所)、菊地正(山口東京理科大学)、大石誠(堀場製作所)、
和田誠(国立極地研究所)、駒谷慎太郎(堀場製作所)、山内恭(国立極地研究所)
- 5 南極での海塩成分組成分別過程:季節変化と分布
原圭一郎(福岡大)、長田和雄(名大院)、矢吹正教(千葉大)、橋田元(極地研)、西田千春(名大)、山内恭(極地研)、林政彦(福岡大)

PI. ポスター発表(大気・海洋海氷) (27)

13:15 ~ 14:45

- 1 南極冬季昇温域の推移と粒跡線の関係
山田 寛一、畑中 雅彦、佐藤之紀(室蘭工業大学)、平沢尚彦、和田誠(国立極地研究所)
- 2 冬季のドームふじ基地の地上気象の変動と南極域の総観規模擾乱の関わり
平沢尚彦(極地研)
- 3 皆既日食が地上付近の大气および積雪におよぼす影響
— 2003年11月23日ドームふじでの観測結果 —
亀田貴雄(北見工大)、藤田耕史(名古屋大学)、杉田興正(気象庁)、平沢尚彦(国立極地研)、高橋修平(北見工大)
- 4 NOAA/HRPTデータを用いた南極逆転層に発生する雲の検知
久慈 誠(奈良女子大)、菊地 信行(国立環境研究所)、内山 明博(気象研究所)、平沢尚彦、山内恭(国立極地研究所)
- 5 近年の北半球積雪面積の変動傾向
堀雅裕(宇宙航空研究開発機構)
- 6 グリーンランド沿岸域及び北半球5地点の夏季気温の特徴
- 連続ウェーブレット変換を用いた解析の試み -
白川龍生、亀田貴雄(北見工業大学 社会環境工学科)
- 7 東シベリアNo.31氷河周辺の水蒸気収支解析
遊馬芳雄(琉球大学)、高橋修平(北見工業大学)
- 8 昭和基地で観測された数分周期で現れる降雪雲について
小西啓之(大阪教育大学)、平沢尚彦、和田誠(国立極地研究所)
- 9 南極オゾンゾンデ観測による対流圏界面の比較と対流圏-成層圏物質交換との関係
西村八代(総研大)、山内恭、富川喜弘(総研大/極地研)
- 10 南極昭和基地において2006年冬季から春季に観測された1ヶ月スケールの地上オゾン低濃度現象
渡井智則、橋田元、山内恭(国立極地研究所)
- 11 第49次夏隊での温室効果気体観測報告
森本真司(極地研)、浅野比(山口東京理科大)、青山朋樹(堀場製作所)、山内恭、和田誠(極地研)、本田秀之(JAXA/ISAS)、菅原敏(宮城教育大)、石戸谷重之、後藤大輔、青木周司、中澤高清(東北大)

- 12 FTIRを用いた南極昭和基地における2007年オゾンホール観測
佐伯浩介(東北大院)、中島英彰(国立環境研)、Nicholas Jones(Wollongong大)
- 13 南極対流圏における氷床、海氷、海面域のエアロゾル粒子数濃度
平沢尚彦(国立極地研究所)、原圭一郎(福岡大学)、和田誠(国立極地研究所)
- 14 日共同内陸トラバースで観測された大気エアロゾル
原圭一郎(福岡大)、中澤文男、藤田秀二、山内恭(極地研)、JASE members
- 15 XRFによる昭和基地大気中粒子状物質の特性化
青山朋樹(堀場製作所)、浅野比、菊地正(山口東京理科大学)、大石誠(堀場製作所)、和田誠(国立極地研究所)、駒谷慎太郎(堀場製作所)、山内恭(国立極地研究所)
- 16 2008年4月に観測されたフェアバンクス上空のエアロゾル層
—光学特性と粒径分布と経路—
林政彦、[○]林佳輝、丸山智生、尾塚馨一、白石 浩一(福岡大学)、Kenn Sassen、G.E.Shaw(アラスカ大学フェアバンクス校)
- 17 極域大気観測のための気球—小型無人機複合システムの開発
林政彦(福岡大)、東野伸一郎、小林匠太郎(九州大)、尾塚馨一(日本タングステン)、福島正人、丸山智生、林佳輝(福岡大)
- 18 ニーオルスンでの無人航空機観測
猪上淳(海洋研究開発機構)、Rune Stordvold、Stian Solbø、Andreas Tøllefsen (NORUT)
- 19 オホーツク海・バイカル湖天然ガスハイドレートの水和数
八久保晶弘、入木秀章、坂上寛敏、南尚嗣、庄子仁(北見工業大学)、Y. K. Jin (韓国極地研究所)、A. Obzhairov (ロシア太平洋海洋学研究所)、O. Khlystov (ロシア陸水学研究所)
- 20 1974年ウェッデルポリニアにおける深い対流の地球化学的証拠と海面二酸化炭素分圧の見積もり
本井達夫(気象研)、笹井義一(FRCGC/JAMSTEC)、石井雅男、緑川貴(気象研)
- 21 南大洋のインド洋およびオーストラリアセクターにおける表層海洋中の二酸化炭素分圧の分布と変動
橋田元、中岡慎一郎、山内恭(極地研)、青木周司、中澤高浩(東北大院)、杉本綾(海上保安庁・海洋情報部)
- 22 夏季のリュツォ・ホルム湾定着氷下における一次生産と溶存炭酸物質
大槻晃久(神奈川県水産技術センター相模湾試験場)
- 23 そり牽引型海氷厚観測システム”Ice Worm”の越冬期間中の観測結果
下田春人(海上技術安全研究所)、舘山一孝(北見工業大学)、福井幸太郎(国立極地研究所)、石崎教夫(人間環境フォーラム)、宇都正太郎(海上技術安全研究所)、牛尾収輝(国立極地研究所)
- 24 オプティカルフローを用いた海氷移動検出法
根本紘平、佐藤良、大宮拓磨、富澤廉、[○]藁科秀男(仙台電波高専)
- 25 AMSR-EとSSM/Iデータを用いた海氷の自動トラッキングの精度比較
矢口龍太、長幸平(東海大学)

- 26 北極海夏期海氷のマイクロ波放射特性
館山一孝、榎本浩之(北見工業大学)、白澤邦男(北海道大学低温科学研究所)
- 27 北極海における2007年夏の急激な海氷減少および2008年における変化
柴田啓貴、館山一孝、榎本浩之(北見工業大学)、板谷広志(株式会社リブテック)、植西祐也(大東建託株式会社)

III. 海洋・海氷 (9)

14:45 ~ 16:35

座長: 本井達夫(気象研)

- 1 アグラス反流フロント域および亜南極フロント域における大気海洋観測
飯島裕司(北大院・環境科学院)、青木茂(北大低温研)、谷本陽一(北大院・地球環境)
- 2 南極海インド洋セクターのケルゲレン海台東側斜面域における南極底層水の流量
深町 康、青木 茂(北大低温研)、John A. Church、Stephen R. Rintoul(豪州連邦科学産業研究機構)、Mark Rosenberg(タスマニア大)、若土 正暁(北大)
- 3 ウェッデル海氷縁域における比較的小さな氷盤の大きさ分布について
豊田威信(北大低温研)、Christian Haas(アルバータ大学)
- 4 南極沿岸ポリニヤのモデリング
草原和弥、羽角博康(東京大学気候システム研究センター)
- 5 AMSR-Eデータを用いた北半球の海氷厚変動
直木和弘、西尾文彦(千葉大学)、浮田甚郎(新潟大学)
- 6 Active と Passive のマイクロ波衛星観測からわかるオホーツク海の沿岸ポリニヤの特徴
二橋創平、江淵直人(北大低温研)
- 7 オホーツク海における海氷移流軌跡の年変化
木村詞明、村田健史(愛媛大学)
- 8 東経140度付近の南大洋における溶存無機炭素の夏季変動
小野恒、中澤高清、青木周司(東北大)、吉川久幸(北大)、橋田元、中岡慎一郎(極地研)
- 9 北極海沿岸ポリニヤにおける海氷生産量の見積もり
田村 岳史、大島 慶一郎、二橋 創平(北大低温研)

IV. 雪氷 (7)

16:45 ~ 18:15

座長: 五十嵐誠(理研)

- 1 富山県・立山の融雪期の積雪面における不純物の特性と積雪面アルベド
古川隆朗、長井宏介、竹内望(千葉大学)
- 2 北東ユーラシア山岳域における積雪物理量観測
杉浦幸之助、大畑哲夫(海洋研究開発機構)、Gombo Davaa(Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia), Trofim Maximov(Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Russia)

- 3 アラスカ・ランゲル山雪氷コア中の鉄濃度から推定した北部北太平洋域への鉄の沈着量
佐々木央岳(北海道大学大学院環境科学院)、的場澄人(北海道大学低温科学研究所)、白岩孝行(総合地球環境学研究所)
- 4 ICESat/GLASを用いた白瀬氷河流域における氷床表面高度変化の抽出
北山智暁(千葉大学)、中村和樹(産業技術総合研究所)、直木和弘、西尾文彦(千葉大学)
- 5 南極氷床コア中の主要および微量元素
島村匡、寺澤友里恵、岩下正人(北里大学)、高久雄一(環境技術研究所)、東久美子、藤井理行(国立極地研究所)、福岡孝昭(立正大学)
- 6 南極ドームふじにおける過去72万年のダスト変動
三宅隆之、藤井理行、平林幹啓(極地研)、植村立(極地研/ Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement (LSCE), France)、倉元隆之、東久美子、本山秀明(極地研)、飯塚芳徳(北大低温研)、五十嵐誠(理研)、河野美香(極地研/ゲッティンゲン大)、鈴木啓助(信州大)、鈴木利孝(山形大)、藤田耕史(名古屋大)、堀川信一郎(北大低温研)
- 7 ドームふじにおける過去72万年間のオービタル・スケール及び千年スケールのエアロゾル変動
東久美子、平林幹啓、三宅隆之(極地研)、植村立(極地研/ Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement)、倉元隆之、本山秀明(極地研)、五十嵐誠(理研)、飯塚芳徳(北大)、鈴木啓助(信州大)、鈴木利孝(山形大)、藤田耕史(名古屋大)、堀川信一郎(北大)、河野美香(極地研/ゲッティンゲン大)、藤井理行、川村賢二(極地研)、青木周司、中澤高清(東北大)

2008年12月3日(水)

V. 日・ス共同 I (5)

10:00 ~ 11:00

座長: 榎本浩之(北見工大)

- 1 日本・スウェーデン共同トラバース2007/2008実施概要報告 -日本チームによるS16～会合点区間の活動を中心にした報告-
藤田秀二(国立極地研究所)
- 2 Outline of the JASE activities along the route between the Wasa station and the meeting point
Per Holmlund (Stockholm University)
- 3 日本・スウェーデン共同トラバースのルート沿いの、氷床深層探査レーダの観測初期結果
藤田秀二(国立極地研究所)、Per Holmlund (ストックホルム大学)
- 4 南極ドームふじ地域の氷床表面における夏期の高密度積雪層の形成
藤田秀二(国立極地研究所)、榎本浩之、亀田貴雄(北見工業大学)、本山秀明(国立極地研究所)、杉山慎(北海道大学)
- 5 日本・スウェーデン南極トラバースルートにおける表層積雪密度と誘電率の測定
杉山慎(北海道大学低温科学研究所)、榎本浩之(北見工業大学)、藤田秀二(国立極地研究所)

VI. 日・ス共同 II (4)

11:10 ~ 12:00

座長: 藤田秀二(極地研)

-
- 1 日本スウェーデン共同トラバースで実施した地中探査レーダ(GPR)を用いたフィルン層の内部構造観測
福井幸太郎、藤田秀二、本山秀明(国立極地研究所)
 - 2 日本-スウェーデン合同南極トラバースルートにおける南極氷床マイクロ波観測結果
榎本浩之(北見工業大学)、藤田秀二(極地研)、杉山慎(北大低温研)、Sylviane Surdyk(極地研)
 - 3 Aerosol observations between Wasa and Meeting point during JASE
Johan Ström, Margareta Hansson and the JASE-team
 - 4 Links between JASE and the European drilling program EPICA at Kohnen Station
Margareta Hansson, Torbjörn Karlin and the JASE-team
-

PII. ポスター発表(雪氷)(22)融合(氷床生物)(4)

13:25 ~ 14:55

-
- 1 晩冬季のウェッデル海北西部海氷上の積雪の特性について
豊田威信(北大低温研)、Christian Haas(アルバータ大学)、Marcel Nicolaus(ノルウェー極地研)、Zhiyun Li(大連工科大)、青木茂(北大低温研)
 - 2 ビデオ画像接続による宗谷海岸の実態把握
齊藤隆志(京都大学防災研究所)
 - 3 Snow strength at different loading rates and avalanche release
Chernous, P.(Center of Avalanche Safety, "Apatit" JSC), Podolskiy, E. (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University), Abe, O. (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Shinjo Branch), Barashev, N.(Center of Avalanche Safety, "Apatit" JSC), Nishimura, K(Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University) and Fedorenko Yu(Polar Geophysical Institute, Russian Academy of Science)
 - 4 Variability of snow characteristics and its role in snow stability assessment
Pavel Chernouss(Center for Avalanche Safety, "Apatit" JSC/Murmansk State Technical University), Nikolay Barashev (Center for Avalanche Safety, "Apatit" JSC), Yuri Fedorenko (Polar Geophysical Institute, Russian Academy of Sciences)
 - 5 INTERACTION BETWEEN THE ATMOSPHERE – SNOW COVER – PERMAFROST IN ARCTICA AND ANTARCTICA
Nikolay Osokin, Alexandr Sosnovsky (Institute of Geography of the Russian Academy of Science)
 - 6 中国海螺沟氷河における表面の流速と高度変化
張勇、藤田耕史(名古屋大学)、劉時銀、劉巧(中国科学院寒区旱区環境与工程 研究所)
 - 7 カムチャツカ・イチンスキーアイスコアの化学成分プロファイル
的場澄人(北大低温研)、[○]佐々木央岳(北大環境科学院)、白岩孝行(地球研)、Y. D. Muravyev(ロシア科学アカデミー火山地震研)

- 8 ロシア・アルタイ山脈ベルーハ氷河雪氷コア中の氷層を用いた夏季気温復元
岡本祥子、藤田耕史(名古屋大学)、成田英器(NPO法人雪氷ネットワーク)、植竹淳(国立極地研究所)、竹内望(千葉大学)、三宅隆之、中澤文男(国立極地研究所)、Vladimir B. Aizen(アイダホ大学)、Stanislav A. Nikitin(トムスク大学)、中尾正義(総合地球環境学研究所)
- 9 東シベリア・スタラルハイアタ地域氷河調査(2)
ースタラルハイアタ～オイミヤコン～マガダン地域気象観測ー
高橋修平、亀田貴雄、榎本浩之(北見工大)、杉浦幸之助(地球環境観測研究センター)、遊馬芳雄(琉球大)、Yuriy KONONOV、Maria D. ANANICHEVA(モスクワ地理研)
- 10 ドームふじ深層掘削データ解析による高圧温暖氷掘削の研究(その一)
古崎睦(旭川高専)、田中洋一((株)ジオシステムズ)、新堀邦夫(北大低温研)、本山秀明(極地研)、津田勝幸、高田知哉(旭川高専)
- 11 ドームFujiコア切削氷からの宇宙塵回収法
三浦亜由美、宇野友則、福岡孝昭(立正大学)
- 12 南極ドームふじにおける氷床深部の状態と底面融解
本山秀明(国立極地研究所)、植村立(Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement (LSCE), France)、平林幹啓、三宅隆之、倉元隆之(国立極地研究所)、田中洋一((株)ジオシステムズ)、ドームふじ氷床コア研究グループ(ICC)
- 13 南極ドームふじ氷床コアにおける最終氷期の温暖化イベント(AIMイベント)の連続化学分析
蓼沼拓也(総合研究大学院大学)、東久美子、三宅隆之、平林幹啓、倉元隆之、本山秀明、藤井理行(国立極地研究所)
- 14 ドームふじ氷コアに記録された金属異常濃縮とCO₂濃度の関係
佐藤弘康、鈴木利孝(山形大理)、飯塚芳徳(北大低温研)、平林幹啓、本山秀明、藤井理行(極地研)
- 15 ドームふじ氷床コア氷の格子定数の深さ依存性
堀彰(北見工大)、宮本淳、本堂武夫(北大低温研)
- 16 a軸方位分布に注目したドームふじコアの結晶方位分布
宮本淳、本堂武夫(北海道大学低温科学研究所)
- 17 氷結晶方位・粒径の自動解析装置の、東南極内陸高原部で採取したフィルン試料の計測への応用
藤田秀二(国立極地研究所)、宮本淳(北海道大学)、東信彦(長岡技術科学大学)
- 18 ドームふじフィルンに含まれる微粒子の化学組成分析方法の開発
槌本陽、櫻井俊光(北海道大学環境科学院)、飯塚芳徳、宮本淳(北海道大学低温科学研究所)、堀彰(北見工業大学)、藤田秀二(国立極地研究所)、本堂武夫(北海道大学低温科学研究所)
- 19 南極ドームふじ近傍表面積雪のNd同位体分析
平林幹啓、本山秀明(国立極地研究所)、中井俊一(東京大学地震研究所)、宇田川弘勝、田中敦(国立環境研究所)
- 20 南極沿岸域からドームふじ基地ルート上における表面積雪の化学的特徴
倉元隆之、平林幹啓、本山秀明(国立極地研究所)

- 21 日本スウェーデン共同トラバースで観測した南極東ドローニングモードランド地域の水の安定同位対比の分布
福井幸太郎(国立極地研究所)、植村立(LSCE)、藤田秀二、本山秀明(国立極地研究所)
- 22 氷床内陸部探査におけるPCベースのGPSナビゲーションおよび人工衛星データ画像表示の活用
藤田秀二、スーディク スィルヴィアン(国立極地研究所)

2008 年 12 月 3 日（水）続き

口頭発表

VII. 融合プロジェクト「氷床域の微生物」 15:00-17:30

座長：馬場知哉（遺伝研）

OE-1 15:00-15:10

新領域融合プロジェクト

「地球生命システムの環境・遺伝基盤の解明とモデル化・予測に向けた研究」

神田啓史（新領域融合）

OE-2 15:10-15:30

南極氷床表面、および氷床底の微生物解析

瀬川高弘、植竹 淳（新領域融合）、アンドレ・リベラ（チリ科学研）、本山秀明、

神田啓史（極地研）

OE-3 15:30-15:50

ドームふじアイスコア中の微生物濃度変化

植竹 淳、瀬川高弘（新領域融合）、本山秀明、神田啓史（極地研）

OE-4 15:50-16:10

ネパールヒマラヤ、ヤラ氷河の 1990 年代から 2008 年の雪氷生物群集の変化

竹内 望、石田依子（千葉大）

OE-5 16:10-16:30

西グリーンランドの氷河微生物相

幸島司郎（京大）、植竹 淳、瀬川高弘（極地研）、長沼 毅（広大）、

マーティン・ヘブスガード（コペンハーゲン大学）、神田啓史（極地研）

OE-6 16:30-17:00

Probing for hydrocarbon degradation genes in drilling fluid in the deepest borehole at

Vostok, East Antarctica as an extreme icy econiche

Alekhina, I. (OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS.),

Petit, J. R. (Laboratory of Glaciology and Geophysics of Environment, CNRS-UJF.),

Bulat, S. (OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS.)

OE-7 17:00-17:30

Hidden life in extreme Subglacial Lake Vostok, East Antarctica

Bulat, S. (OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS, Russia)

ポスター発表 13:25-14:55

融合プロジェクト

- PE-1 南極雪試料中の花粉一粒ずつを対象とした DNA 分析
中澤文男、植竹 淳（極地研、新領域融合）、神田啓史（極地研）
- PE-2 北極陸上試料から単離した芽胞形成中度好塩菌
幸村基世、長沼 毅（広島大）、幸島司郎（京大）、植竹 淳、神田啓史（極地研）
- PE-3 山岳氷河のアイスコア中に含まれる固体粒子の特性
石田依子、竹内 望（千葉大）、李 忠勤（中国科学院）
- PE-4 祁連山脈チーイー氷河上に生息するクマムシ
高木 裕、竹内 望（千葉大）
- PE-5 アジアの氷河表面の不純物の Sr, Nd 同位体比
永塚尚子、竹内 望（千葉大）、中野孝教（地球研）

懇親会 18:00-

2008 年 12 月 4 日 (木)

口頭発表

VIII. 融合プロジェクト「極限環境の生物」 10:00-12:00

座長：伊村 智 (極地研)

OE-8 10:00-10:20

南極の細菌ゲノム研究

柳原克彦、馬場知哉 (新領域融合)、仁木宏典 (遺伝研)

OE-9 10:20-10:40

一括学習型自己組織化地図法(Batch Learning Self-Organizing Map: BLSOM)による環境メタゲノム解析で得られたリボソーム DNA 以外の DNA 配列に対する由来ゲノム推定法の開発

阿部貴志 (長浜バイオ大)、菅原秀明 (遺伝研)、金谷重彦 (奈良先端大)、
池村淑道 (長浜バイオ大学)

OE-10 10:40-11:00

南極に生息する線虫の比較ゲノム解析研究

鹿児島浩、小原雄治 (遺伝研)

OE-11 11:00-11:20

南極すりばち池堆積物におけるアンモニア酸化酵素遺伝子の系統学的多様性

金子 亮 (新領域融合、極地研)、伊村 智 (極地研)、瀬戸浩二 (島根大)、
神田啓史 (極地研)

OE-12 11:20-11:40

南極スカーレン大池の湖底堆積物コア中の珪藻による昭和基地周辺の環境変動の推定

大谷修司 (島根大)、大塚泰介 (琵琶湖博物館)、井上源喜 (大妻女子大)、
瀬戸浩二 (島根大)

OE-13 11:40-12:00

Interesting microorganisms in the Antarctica

Imanaka, T. (Ritsumeikan Univ.)

昼食/融合・陸上生物ポスター発表 12:00-14:00

IX. 陸上生物「極域における生態系変動」 14:00-15:50

座長：大谷修司 (島根大)

OT-1 14:00-14:20

スピッツベルゲン島ニーオルスン日本基地北側斜面における 2003 年から 2008 年のコケ生息性糸状菌の種構成と分離頻度の変化

十倉克幸、東條元昭 (大阪府立大)、星野 保 (産総研)、
貴田健一 (大阪府立大、クミアイ化学工業)、神田啓史 (極地研)

OT-2 14:20-14:40

高緯度北極ニーオルスンの一次遷移初期における土壌クラストの光合成特性

吉竹晋平（早稲田大）、内田雅己（極地研）、小泉 博（早稲田大）、神田啓史（極地研）、
中坪孝之（広島大）

OT-3 14:40-15:00

南極スカーレン大池の湖底堆積物コアの有機成分による昭和基地周辺の環境変動の推定

井上源喜、森山貴代（大妻女大）、田澤知子、竹村哲雄（東理大）、瀬戸浩二（島根大）、
渡邊隆広（東北大）、中村俊夫（名大）、伊村 智、神田啓史（極地研）

OT-4 15:00-15:20

南極湖沼での長期連続観測から見えてきた湖沼環境の変動性

工藤 栄（極地研、総研大）、田邊優貴子（総研大）

OT-5 15:20-15:50

Soil habitats of a coastal Antarctic environment: Primavera Station, Danco Coast, Antarctic Peninsula

Bölter, M. (Institute of Polar Ecology, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel),

Mataloni, G. (Ciudad Univ, Argentina), Möller, R.

Scheltz, A. (Institute of Polar Ecology, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel)

ポスター発表 13:00-14:00, 15:50-17:00

融合プロジェクト

- PE-6 チリ・モチヨ氷河における雪氷微生物の高度分布
吉村義隆（玉川大）、瀬川高弘（極地研）、田口幸広、飯田隆之（玉川大）、
長沼 毅（広島大）、ジーノ・カサッサ（CECS）、幸島司郎（京都大）
- PE-7 南部マリアナトラフ海底熱水域の微生物群集
加藤真悟、横堀伸一、山岸明彦（東薬大）
- PE-8 南極コケ坊主におけるシアノバクテリア・プロテオバクテリアの炭酸固定酵素（RuBisCO）
遺伝子の多様性
中井亮佑、長沼 毅（広島大）、鹿児島浩、仁木宏典、小原雄治（遺伝研）、伊村 智、
神田啓史（極地研）、柳原克彦、馬場知哉（新領域融合）、阿部貴志（長浜バイオ大）
- PE-9 極地蘚類における3D画像解析と全ゲノム計画
小林悟志（新領域融合）、神田啓史（極地研）、藤山秋佐夫（情報研）、
- PE-10 南極氷床を巡る新規生物圏探索計画
伊村智（極地研）、杉山 慎（北大）、福井幸太郎（極地研）
- PE-11 高緯度北極に生育するコケ植物と維管束植物の化学量論からみた違い
上野 健（極地研）、大園享司（京大）、神田啓史（極地研）
- PE-12 ラングホブデ雪鳥沢における地衣類群落
井上正鉄（秋田大）

* * *

陸上生物

- PT-1 高緯度北極ニーオルスン氷河後退域における地衣類の光合成特性
井上武史（総研大）、工藤 栄、内田雅己、神田啓史（極地研）
- PT-2 Lichen species on lignum in the coastal regions of Western Spitsbergen (Svalbard)
Węgrzyn, M., Osyczka, P. (Jagiellonian University, Poland)
- PT-3 南極の陸上コケ植物土壌から分離された好冷細菌
黒沢則夫、鳥井健史（創価大）、伊村 智（極地研）、長沼 毅（広島大）
- PT-4 南極由来の動植物を分離源とした好冷性微生物の培養
高橋哲也、麻生祐司、山本達之、大谷修司（島根大）、近藤哲男、笠井稚子（九州大）、
神田啓史、伊村 智、工藤 栄（極地研）
- PT-5 南極に生息する動植物からの好冷性乳酸菌の分離と機能解析
麻生祐司、高橋哲也、山本達之、大谷修司（島根大）、神田啓史、伊村 智、
工藤 栄（極地研）
- PT-6 凍結培地において霜柱状のコロニーを形成する担子菌酵母 *Leucosporidium antarcticum*
藤生誠一（北大）、星野 保（北大、産総研）、吉田みどり（北海道農業センター）、
工藤 栄（極地研）

- PT-7 東南極 宗谷海岸露岩地域陸上生態系における菌類の多様性と環境適応
星野 保、肖 楠、藤生誠一（産総研、北大）、稲葉重樹（製品評価技術基盤機構）、
出川洋介（神奈川県立生命の星・地球博物館）、矢口貴志（千葉大）、
東條元昭（大阪府立大）、松本 淳（福井総合植物園）、工藤 栄（極地研）
- PT-8 南極周域に生息する鳥糞からの薬剤耐性菌の検出
兼子千穂、石原加奈子（酪農学園大）、廣野育生（海洋大）、神田啓史（極地研）、
田村 豊（酪農学園大）
- PT-9 Analysis of eukaryotic community structure in the Antarctic lake “Suribati-ike” sediment
Zhang, H., Hosoi-Tanabe, S., Nagata, S. (Kobe Univ.), Ban, S. (Shiga Pref. Univ.),
Imura, S. (NIPR)
- PT-10 南極塩湖における微生物群集構造とDMSO呼吸細菌の解析
松崎雅広、脇谷昌俊、高橋陽介（広島大）、星野 保（産総研）、笠松伸江、工藤 栄、
伊村 智（極地研）
- PT-11 スピッツベルゲン島のコケから分離された *Trichoderma polysporum* の数種の雪腐病菌に対する拮抗性
山崎優亮、東條元昭（大阪府立大）、貴田健一（大阪府立大、クミアイ化学工業）、
星野 保（産総研）、神田啓史（極地研）
- PT-12 キョクチヤナギに発生する黒紋病とさび病の発生生態 — 黒紋病とさび病の発生に及ぼす
コケの地表面被覆の影響 —
東條元昭（大阪府立大）
- PT-13 高緯度北極エルズミア島における土壌微生物の基質利用特性に与える温度の影響
内田雅己（極地研）、吉竹晋平（早稲田大）、中坪孝之（広島大）、神田啓史（極地研）
- PT-14 昭和基地周辺の土壌藻類相調査における培養条件の影響
千国友子（筑波大）、大谷修司（島根大）、井上 勲（筑波大）
- PT-15 光環境変動に対する南極湖底藻類群集の応答
田邊優貴子（総研大）、工藤 栄（総研大、極地研）
- PT-16 南極に生育する陸生光合成生物の生理学的特徴
佐藤和彦、片島侑也、小杉真貴子（兵庫県立大）、工藤栄（極地研）、菓子野康浩、
小池裕幸（兵庫県立大）、
- PT-17 カナダ高緯度北極圏・エルズミア島の氷河後退域モレーン上における植生発達—維管束植物の
定着セーフサイトの定量化—
森 章（京大）、内田雅己、神田啓史（極地研）
- PT-18 ハイマツ表面からの水分吸収の評価
久米 篤（九州大）
- PT-19 立山・弥陀ヶ原では、なぜミズゴケの成長が抑制されているのか？
前田由香、久米 篤（九州大）

- PT-20 南アルプス三峰カールにおける植生とムカゴトラノオの分布
富田美紀、増沢武弘（静岡大）
- PT-21 富士山の森林限界ー20年及び30年間の変動ー
増沢武弘、大石このみ、富田美紀（静岡大）、崎尾 均（新潟大）
- PT-22 北海道北部の利尻山におけるダケカンバ落葉上の微小菌類の標高に沿った分布
大園享司（京大）、広瀬 大（日大）
- PT-23 南極ラングホブデ地区のぬるめ池で発見されたソコミジンコ類
高橋邦夫、工藤 栄（極地研）、田邊優貴子（総研大）、斎藤憲二（遺伝研）、
谷村 篤（三重大）、菊地義昭（元茨城大）
- PT-24 2次元培養および再構成皮膚中のヒト皮膚線維芽細胞への紫外線照射の影響
岩野耕助、山本達之、高橋哲也、麻生祐司、大谷修司（島根大）、神田啓史、伊村 智、
工藤 栄（極地研）、入江伸吉、服部俊治、田中啓友（日本皮革研究所、ニッピ）
- PT-25 ^{137}Cs and ^{40}K in food chains of King George Island (South Shetlands, Antarctica)
Olech, M. A. (Jagiellonian Univ. Poland, Department of Antarctic Biology,
Sobiech-Matura, K., Masniak, A. (Jagiellonian Univ. Poland),
Mietelski, J.W. (The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics,
Polish Academy of Sciences, Poland)
- PT-26 南極・極限環境における生物の進化・適応に関する総合的調査 1. 有機物
三田肇（福岡工大）、橋田千佳（安田女子大）、橋本博文（JAXA/ISAS）、日高敏隆、
河崎行繁（IAS 総合研究所）、岸本海織（帯広畜産大）、小林憲正（横浜国大）、
宮川厚夫（静岡大）、永縄一樹（横浜国大）、小川麻里（安田女子大）、
佐藤修司（横浜国大）、鈴木忠（慶應大）、高橋淳一（NTT）、高野淑織（JAMSTEC）、
辻 堯（玉川大）、若菜 勇（釧路市教委）、山田一孝（帯広畜産大）、
薮田ひかる（大阪大）、吉村義隆（玉川大）
- PT-27 南極・極限環境における生物の進化・適応に関する総合的調査 2. 微小生物
橋田千佳（安田女子大）、橋本博文（JAXA）、日高敏隆、河崎行繁（IAS 総合研究所）、
岸本海織（帯広畜産大）、小林憲正（横浜国大）、三田 肇（福岡工大）、
宮川厚夫（静岡大）、永縄一樹（横浜国大）、小川麻里（安田女子大）、
佐藤修司（横浜国大）、鈴木 忠（慶應大）、高橋淳一（NTT）、高野淑織（JAMSTEC）、
辻 堯（玉川大）、若菜 勇（釧路市教委）、山田一孝（帯広畜産大）、薮田ひかる（大阪大）、
吉村義隆（玉川大）
- PT-28 JARE49におけるAliens活動の報告
辻本 恵（総研大）、伊村 智、神田啓史（極地研）

若手プレゼンテーション賞発表（融合・陸上）17:00

平成 20 年 12 月 5 日 (金)

口頭発表

X. 海洋生物「南極海洋研究の国際的展開」

座長：福地光男（極地研）

OM-1 10:00-10:30

Australian and Japanese research in the Antarctic: the benefits of cooperation

Kawaguchi, S. (AAD)

OM-2 10:30-11:00

Success of the Collaborative East Antarctic Marine Census (CEAMARC) Survey: setting the benchmark of marine biodiversity to understand climate change impacts

Hosie, G.W. (AAD), Koubbi, P. (Université de Paris VI),

Ozouf-Costaz, C. (Muséum National d'Histoire Naturelle), Riddle, M. (AAD),

Ishimaru, T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.), Goffart, A. (Université de Liège),

Stoddart, D.M. (AAD), the CEAMARC Team

OM-3 11:00-11:30

Relationship between distribution of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and environmental index MTEM-200 in the entire Antarctic Ocean

Naganobu, M. (NRIFS), Kitamura, T.,

Hasunuma, K. (Ocean Science and Technology Integrators)

OM-4 11:30-12:00

南極サウスオークニー諸島におけるアデリーおよびヒゲペンギンのファインスケールでの海洋環境利用

高橋晃周（極地研）、渡辺伸一（福山大）、國分互彦（総研大）、内藤靖彦（極地研）、

宮崎信之（東大）、Phil Trathan（英国 BAS）

昼食/海洋生物ポスター発表 12:00-14:00

XI. 海洋生物「海洋環境と生物」 14:00-16:00

座長：高橋邦夫（極地研）

OM-5 14:00-14:20

2007/08 海鷹丸南大洋航海における海洋表層 $p\text{CO}_2$ の空間変動

中岡慎一郎（極地研、環境研）、福地光男（極地研）、中澤高清（東北大）、吉川久幸（北大）、

橋田 元、山内 恭（極地研）、石丸 隆、（海洋大）、津守博通、野尻幸宏（環境研）

OM-6 14:20-14:40

南大洋における植物プランクトンの光吸収係数による基礎生産力推定に関する研究

高尾信太郎、平澤 享、齊藤誠一（北大）、堀本奈穂、石丸 隆、山口征矢（海洋大）

OM-7 14:40-15:00

リュツォ・ホルム湾沖における動物プランクトン群集

真壁竜介（極地研）、谷村 篤（三重大）、 福地光男（極地研）

OM-8 15:00-15:20

ナンキョクオキアミおよびサルパ類の糞粒における微生物叢と発光

西川 淳、多田雄哉（東大）、和田 実（長崎大）、浜崎恒二（東大）

OM-9 15:20-15:40

動物搭載型カメラから得られた海氷とオキアミの分布およびペンギンの採餌行動の関係

渡辺伸一（福山大）、高橋晃周、内藤靖彦（極地研）、宮崎信之（東大）、Trathan, P. (BAS)、

OM-10 15:40-16:00

JARE モニタリングデータを用いた南大洋における Chl-a 濃度及び栄養塩濃度の長期変動

飯田高大、笠松伸江、小達恒夫、福地光男（極地研）、平澤 享（北大）

ポスター発表 13:00-14:00, 16:00-17:00

海洋生物

PM-1 2008 年夏季の南大洋における海洋炭酸系の分布と変動

比文啓太（北大）、橋田 元、中岡慎一郎、福地光男（極地研）吉川久幸（北大）、

PM-2 南極海における DMS 分布に対するオキアミの影響

笠松伸江（極地研）、川口 創（オーストラリア南極局）、福地光男（極地研）

PM-3 南大洋における光学特性を利用した植物プランクトングループの識別

近藤直樹、平澤 享、齊藤誠一（北大）

PM-4 南極海における植物プランクトンの光馴化状態の解析

菓子野康浩（兵庫県立大）、橋濱史典（海洋大）、渡邊研太郎、福地光男（極地研）、
佐藤和彦（兵庫県立大）、工藤 栄（極地研）

PM-5 夏季の南極海定着氷下における珪藻類 *Thalassiosira australis* Peragallo の個体群動態

一宮陸雄、中町美和（東北水研）、福地光男（極地研）、谷口 旭（東農大）

PM-6 夏季、昭和基地周辺定着氷下における小型カイアシ類の日周鉛直分布

谷村 篤（三重大）、服部 寛（東海大）、宮本佳則（海洋大）、佐々木洋（石巻専修大）、
星合孝男、福地光男（極地研）

PM-7 2005 年・2006 年のリュツォ・ホルム湾沖表層における動物プランクトンの群集組成と生物量

澤邊江梨子、堀本奈穂、茂木正人（海洋大）、谷村 篤（三重大）、石丸 隆（海洋大）

PM-8 南大洋における大型動物プランクトンの代謝速度

小野敦史、橋濱史典、鮎川航太、石丸 隆（海洋大）

PM-9 南大洋リュツォ・ホルム湾沖における浮遊性刺胞動物の空間分布

戸田亮二、茂木正人、石丸 隆（海洋大）

PM-10 ロス海（175°E）におけるカイアシ類群集組成

渡邊侑子（海洋大）、澤本彰三（東海大）、石丸 隆（海洋大）、永延幹男（遠水研）

- PM-11 *Calanus simillimus*, *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus* におけるミトコンドリア DNA 配列の解析
齊藤憲二、新屋みのり、酒井則良（遺伝研）、福地光男、小達恒夫、高橋邦夫（極地研）
- PM-12 コオリカマス *Champsocephalus gunnari* における視覚系の構造および機能特性
宮崎多恵子（三重大学）、岩見哲夫（東京家政学院大）、山内正剛（放医研）、清水理恵、山内索也（三重大）
- PM-13 水槽内で観察された *Harpagifer antarcticus* Nybelin（ナンキョクカジカ亜目、ハルパギフェル科）の孵化仔魚運搬行動
齊當史恵（葛西臨海水族園）、岩見哲夫（東京家政学院大）、多田 諭、笹沼伸一、三森亮介、池田正人（葛西臨海水族園）
- PM-14 北極海沿岸バローにおける大気—海氷間の二酸化炭素フラックスについて
野村大樹、白澤邦男（北大）、Eicken, H., Gradinger, R.（アラスカ大フェアバンクス校）
- PM-15 マッケンジー川沖に生息する植物プランクトンの光合成特性
藍川晋平（兵庫県立大）、三瓶 真（ラバル大）、服部 寛（東海大）、佐々木洋（石巻専修大）、福地光男（極地研）、佐藤 和彦（兵庫県立大）、工藤 栄（極地研）、Jean-Eric Tremblay、Louis Fortier（ラバル大）、菓子野康浩（兵庫県立大）
- PM-16 04-06 年にカナダアムンゼン湾においてセディメントトラップで採集された有殻翼足類 *Limacina helicina* の季節変化
秋葉文弘、高橋裕子、佐々木洋（石巻専大）、三瓶 真（ラバル大）、服部 寛（東海大）、福地光男（極地研）
- PM-17 04-06 年のアムンゼン湾においてセディメントトラップで採集されたカイアシ類、*Metridia longa* の季節変動
鈴木貴秋、佐々木洋（石巻専大）、三瓶 真（ラバル大）、服部 寛（東海大）、福地光男（極地研）
- PM-18 おしよろ丸による国際極年ベーリング・チャクチ海調査結果
平譯 享、藤原周、松本慧太郎、齊藤誠一、埴山雅秀、矢部 衛（北大）
- PM-19 知床半島沿岸域のサイズ別クロロフィル *a* 濃度と基礎生産量
塩本明弘（東京農大）
- PM-20 能取湖における海氷と水柱のサイズ別クロロフィル *a* の分布動態
西野康人、佐藤智希、谷口 旭（東京農大）
- PM-21 北海道サロマ湖に生息するアイスアルジ群集の光化学系 II の電子伝達とクロロフィル蛍光の消光
小幡光子、田口 哲（創価大）
- PM-22 西部北太平洋での細菌群集構造に対する紫外線の影響
片岡剛文（北大）、程木義邦（島根大）、東 正剛（北大）

PM-23 しらせによる海氷域における鯨類目視調査

島田裕之（遠水研）

PM-24 キタゾウアザラシの回遊における潜水角度とストロークパターン：潜水機能による比較

三谷曜子（極地研）、佐藤克文（東大）、

Daniel Costa、Burney Le Boeuf（カリフォルニア大サンタクルス校）、

内藤靖彦（バイオロギング研究所、極地研）

PM-25 加速度データロガーを用いた飼育下キタオットセイの遊泳行動モニタリング

岩田高志（総研大）、三谷曜子（極地研・JSPS）、米崎史郎（遠水研・鯨研）、

香山 薫（伊豆三津シーパラダイス）、高橋晃周（極地研・総研大）

PM-26 黒潮・親潮混合域の季節な環境変化に対応したオオミズナギドリの採餌利用海域の変化

山本誉士（総研大）、高橋晃周（極地研）、勝又信博、佐藤克文（東大）、

岡奈理子（山階鳥研）、Philip Trathan (BAS)

PM-27 ウトウの餌スイッチング時における利用水塊とその年変化

伊藤元裕、綿貫 豊（北大）

PM-28 GPS トラッキングで推定されたクロアシアホウドリのダイナミックソーリング

原田知子（北大）、依田 憲（名古屋大）、綿貫 豊（北大）

PM-29 ヒゲペンギンの潜水行動：繁殖ステージの影響と雌雄差

森 貴久（帝京科学大）、高橋晃周（極地研）、國分互彦（総研大）、

赤池直哉（帝京科学大）、Hyoung-Chul Shin（韓国極地研）

若手プレゼンテーション賞発表（海洋生物）・閉会 17:00

講演要旨

Abstracts

1.1 降雪時における昭和基地上空の風速分布の特徴

鈴木 香寿恵・山内 恭・平沢 尚彦（極地研）

Characteristics of the wind speeds over Syowa Station in snowy condition

Kazue Suzuki, Takashi Yamanouchi, Naohiko Hirasawa (NIPR)

ABSTRACT

The severe weather condition like a blizzard has a great role in the transport of moisture and aerosols to the coastal regions in the Antarctic. We showed the profiles of wind speeds from rawin-sonde at Syowa Station in 1990-99 and there was a peak around 900-925hPa in snowy condition. In the distributions of wind speeds and specific humidity at 925hPa, a significant difference was found between the snowy and clear weather conditions. The cloud and cyclone systems had some patterns which brought rich moisture and some aerosols to Syowa Station.

I. はじめに

地球温暖化が進む中、極域における気候変動が注目されている。北極海・南極氷床の貯水量の変化は今後の地球規模環境変動を見積もる際に重要な値として考えられている。

擾乱活動の影響を強く受けると考えられる南極氷床沿岸域に位置する昭和基地には地上気象観測データおよびゾンデデータが40年以上蓄積されている。これらのデータを用いて水蒸気輸送が行われる際の昭和基地上空における対流圏大気の流れ分布について調べる。対流圏下層と中層における昭和基地に到達する空気塊の輸送経路は、到達する方向や、通過する領域の分布が大きく異なっており、下層では東・内陸側から、中層では主に海上を通過・到達している(Suzuki, et al. 2004)。しかしながら、降雪時には高度によらず、主に大西洋上空で発生した擾乱に伴い移動してきた粒子が多くなっていた (Suzuki, et al. 2008)。多くの水蒸気を供給しているのは海と考えれば、大気による水蒸気輸送を考える上で、対流圏下層、特に自由対流圏の下端付近における輸送は重要であるといえる。したがって水蒸気量の空間分布と擾乱による移流を考慮し、対流圏下層における降雪時の大気輸送パターンの変化に着目する。対流圏下層における降雪時の大気輸送経路と、流速の鉛直分布および水蒸気の空間分布の

関係を明らかにし、水蒸気が多く昭和基地へ輸送される時の対流圏大気の特徴とそれらをもたらす擾乱のパターンを導くことを目的とする。

海塩などのエアロゾル粒子は、降雪時に多く輸送されているという報告があり(Hara, et al. 2004)、水蒸気が多く含まれている層と、その層における流速や風向などの特徴を捉え、擾乱の経路や雲の特徴をパターン化することは、エアロゾル粒子の輸送過程の解明に役立つと考えられる。

II. データおよび手法

昭和基地にて観測されたレーウィンゾンデデータ（1日2回）を使用する。ゾンデデータには現在天気と8分雲量が記録されており、天気と雲量によって天候を決定し、天候別に流速と絶対湿度の鉛直プロファイルを出した。測器の変更回数が少ない1990年から99年までの期間について平均を求めた。本研究で用いる天候区分はSuzuki et al. (2008)と同様である。

また同期間における天候区分と水蒸気量について、対流圏下層(925hPa, 900hPa, 850hPa)における平均流速分布との関係を調べ、天候別の流速分布を求めた。さらに、降雪時における流速の鉛直プロファイルを分類しERA-InterimデータおよびNOAA/AVHRRデータ（Channel 4）を用

いてそれぞれの分類ごとの雲パターンについて調べた。

III. 結果と考察

図1に1990年から1999年までの925 hPaにおける天候ごとの風速と比湿の分布を示す。快晴時は乾燥していて風も弱い。降雪時と曇天時には風が強く湿度も上がる傾向がみられた。降雪時と曇天時の違いは、特に風速30mを越し湿度も高いケースが見られる点である。この違いに着目し、風速30m以上の降雪時について調べると、そのほとんどがブリザードとして記録されていた。

Hara et al. (2004)は、1997年から98年において、ナトリウムイオンの変動が気圧や風速、気温の変化と相関がよいと指摘しており、主な輸送が総観規模擾乱によるものであると示唆している。ナトリウムイオンの増加が見られる日時における現在天気はほとんどが「ふぶき」であり、地上気圧が低く、風速の鉛直プロファイルでは925hPa付近に極大がみられた。さらにA級(4/5回)、B級(6/7回)のブリザード時にナトリウムイオンの増加が見られ、輸送に大きな影響を持つことが示唆された。

ブリザードは、昭和基地の北西に低気圧が接近し、昭和基地付近が風の収束域になる時などに生じる (Sato and Hirasawa, 2007)。雲画像でみれば、対流性の雲を伴った低気圧の中心ではなく、その前線にあたる部分に水蒸気が高緯度側から注入されるような状況になっていることがしばしば見られる (図2)。極域では大気は乾燥しており、水蒸気は主に海上から輸送されている。水温が高い中緯度の海上からの水蒸気の輸送は、昭和基地における降雪に対して大きな影響を持つ。

図3は、降雪時における風速の鉛直分布である。降雪時には対流圏下層に季節を問わず風速のピークがみられる。示していないが、快晴時には下層では弱風、上層になるにつれ風速が増加していた。この下層における風速の極大と大陸外からの水蒸気の輸送が昭和基地周辺における降雪現象に大きく寄与していると考えられる。

図3.

1990-99年における昭和基地レーウィンゾンデから得られた降雪時の平均風速。実線(6月)、点線(1月)。

SYOWA 925 hPa

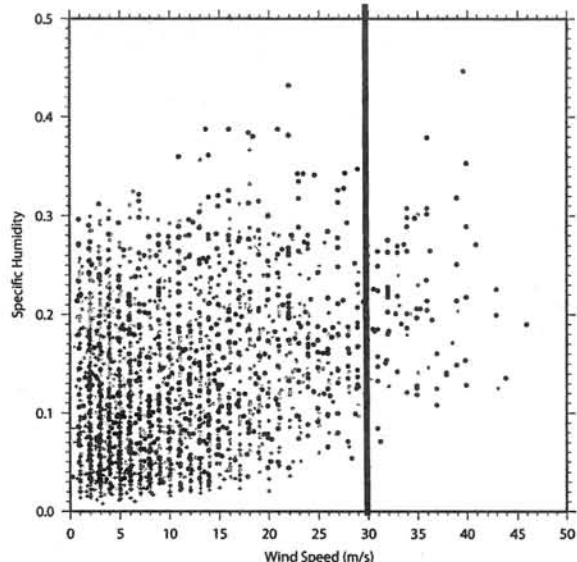


図1.

1990-99年における昭和基地レーウィンゾンデから得られた風速と比湿。黒丸は降雪時、灰丸は曇天時、+は快晴時。

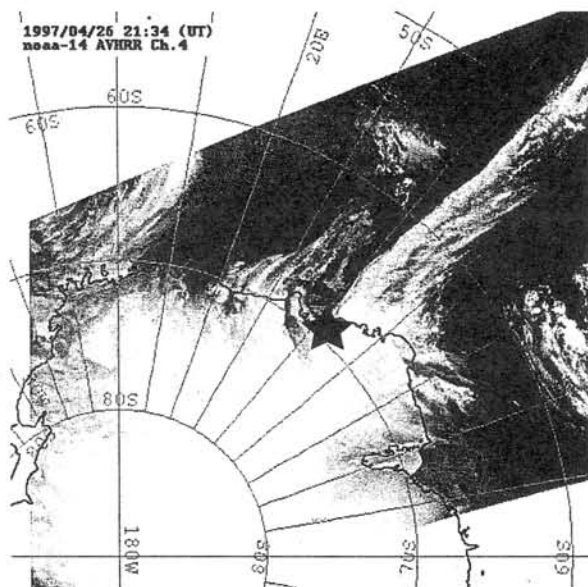
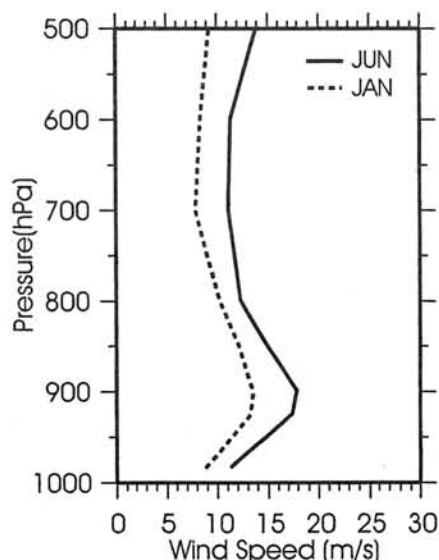


図2.

1997年4月26日におけるNOAA/AVHRR Channel4の画像。★は昭和基地の位置を示している。



非静力学モデルを用いた南極カタバ風の力学的研究

小山健宏、高木征弘、佐藤薫（東大院理）

A study of dynamics of katabatic winds in the Antarctic using a non-hydrostatic model

Takehiro Oyama, Masahiro Takagi, Kaoru Sato (University of Tokyo)

The surface winds over the Antarctic ice sheet are the most persistent in the world and consist mostly of katabatic winds that are downslope buoyancy-driven flows induced by cooling of the air on the continent. One of the wind characteristics is controlled largely by topography. Observations show that the directional constancy of the Antarctic surface wind displays little seasonal variation, although Summertime winds show a diurnal cycle slightly.

Three-dimensional numerical simulations of the Antarctic katabatic wind regime using a non-hydrostatic model have been conducted over the entire real continent as well as over the idealized continent to examine topographically-forced drainage patterns in the near surface layer of the atmosphere. Resulting low-level wind fields resemble katabatic winds, with direction being tied to the underlying terrain and with speeds dependent on the slope of the ice surface. It is seen that winds are stronger in downwind regions of a slope surrounding a valley than in upwind regions. This result is consistent with the observation of especially strong winds ($\sim 20\text{m/s}$) at Adelie land coastal region of East Antarctica.

1. はじめに

南極大陸の地表付近では、放射冷却により重くなった空気が斜面を滑り落ちるように吹くカタバ風が卓越している。また、Parish and Bromwich (1987)は、Ball (1956)の理論と観測を基に、大陸規模のカタバ風の流線を描き、カタバ風が谷で強化される傾向があることを示した。一方、Sato and Hirasawa (2007)は、昭和基地の45年間の地上気象観測データを統計的に解析し、地上気象の日変化は、太陽放射の日変化に起因するカタバ風の特長で説明できることを示唆した。

本研究では、非静力学モデルを用いてカタバ風の力学的理解を深めることを目的とする。

2. 実験設定

気象研究所／気象庁数値予報課 非静力学モデルを用いた。鉛直格子間隔は境界層内で15m固定、自由大気内では高さと共に徐々に広げ最大で750m、水平格子間隔は100kmである。初期条件として、静止大気、陸の温位を大気下端より30K小さくした。本発表では
ラン①:現実地形を用いた夏（日変化あり）
ラン②:現実地形を用いた冬（日変化なし）
ラン③:軸対称理想地形を用いた夏
ラン④:変形(溝あり)理想地形を用いた夏の計算結果を示す。

3. 結果

図1は、ラン①の結果で、積分を50日した後のスナップショットである。大陸内部から海岸に向かって吹くカタバ風が良く再現されていることがわかる。特徴として、風が斜面下向左向きに吹くこと（コリオリ力を受けているため）、斜面が急な場所で強くなること、谷で強くなることが挙げられる。この結果は、Parish and Bromwich (1987)と一致する。

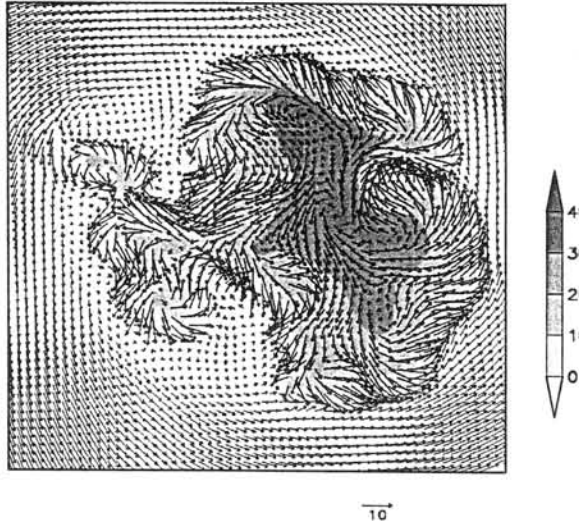


図1：ラン①の計算結果

影：地形高度、ベクトル：風ベクトル

図2に、ラン①、ラン②の結果で昭和基地付近、カタバ風が最も強い高度90mでの温度、気圧、風向、風速の一日の変動を示す。夏に日変化が顕著であり、観測(Sato and Hirasawa 2007)と、各パラメータの変動の位相とパターンがよく再現されている。なお、気圧に関しては観測と違い、潮汐に起因すると考えられている0300LTの小さな極小は見られないが、1800LT前後の大きな極小は現れている。

次に、カタバ風に対する地形の影響を調べるため、ラン③、ラン④の結果を比較した。図3は、ラン④における50日積分後のスナップショットである。昭和基地の位置に対応する溝の風上(東)側では、北東風が吹き、観測と一致する。また、溝の風下(西)側では、風上側より風速が強くなっている。この結果は、アデリーランドでの特別強い風速(約20m/s)と調和的である。

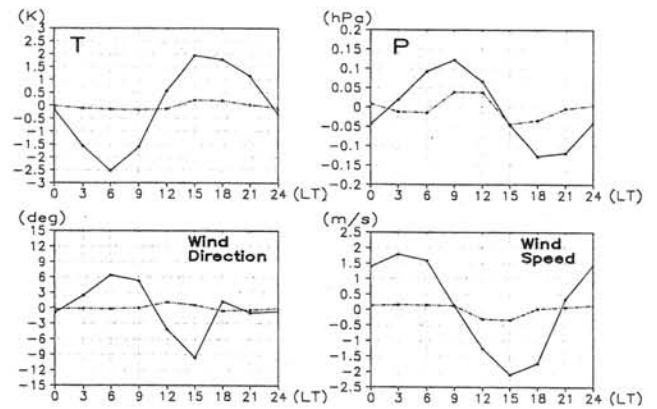


図2：昭和基地付近での日変化

実線：ラン①、破線：ラン②

左上：温度、右上：気圧、左下：風向、右下：風速

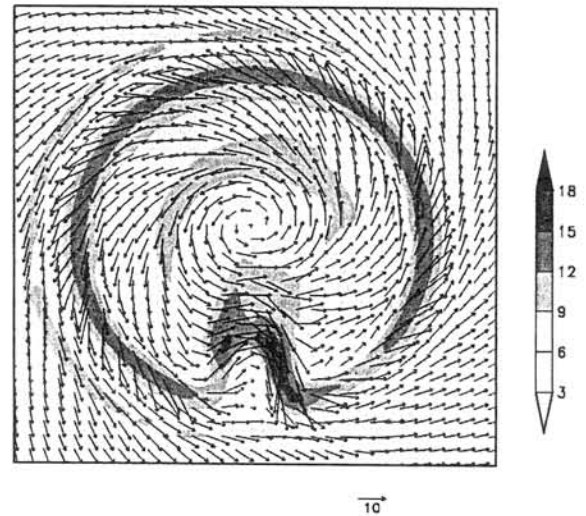


図3：ラン④の計算結果

影：風速、ベクトル：風ベクトル

謝辞：モデルの使用にあたり、斎藤和雄さん、永戸久喜さん(気象研究所)、沢田雅洋さん(東北大)に大変お世話になりました。

ブロッキング後に南極氷床上に維持された高気圧の時間変化

平沢尚彦 (極地研)、本山秀明 (極地研)、林政彦 (福岡大)

Time evolution of a high pressure system over east Antarctic ice sheet after a blocking event

Naohiko Hirasawa (National Institute of Polar Research),

Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research), Masahiko Hayashi (Fukuoka University)

A high pressure system appeared over the east Antarctic ice sheet after a blocking event in June of 1997. The high pressure system maintained for about ten days. In the first half of the period a solitary high pressure system was cut off as the blocking high, and in the next stage a ridge of high pressure traversed in longitudinal direction over the east Antarctica. The Dome Fuji station (77S, 40E), which is the Japanese inland station for ice core boring, located at the center of the solitary high pressure system in the first stage and also at the ridge in the second stage. At the station a standard surface meteorological observation, aerological sonde sounding and lidar observation were operated. This paper describes the time evolution of the high pressure system by using of the in situ observation, the objective analysis data derived by ECMWF and a trajectory analysis model derived by Tomikawa and Sato (2005). The precipitation at the surface at Dome Fuji station during the period will be also discussed.

1. はじめに

日本南極地域観測隊 (JARE) によるドームふじ基地 (77S, 40E) における氷床深層コア掘削は、1995 年から 1997 年の 3 年間の越冬活動で進められた。冬期南極域の対流圏中・上層では極渦が卓越し、ドームふじ基地の位置する東南極は全般に低圧域内にある。越冬中に展開された気象観測データをもとにした 1997 年 6 月に発生したブロッキングの事例解析では (Hirasawa et al., 2000)、500hPa 高度場において極渦が変形し、ドームふじ基地を含む南極氷床上に高気圧域が出現する。高気圧域が内陸で次第に顕著になっていく時期に地衡流による内陸への熱・水輸送が活発化することが指摘された。

ブロッキングの発生に伴い、ドームふじ基地では 6 月 16 日から地上気圧が上昇し始め、19 日に極大となる (図 1)。地上気圧が徐々に下降し、ブロッキング前の状態に戻ったのは 6 月末頃であった。Hirasawa et al.(2000) で議論された 17 日から 18 日の急激なブロッキング形成は、地上気圧が上昇していく期間に含まれる。ブロッキングが形成した後、ドームふじ基地の地上気圧が比較的高い、すなわち氷床上の大気の質量が普段より増加した期間が継続する。この高気圧期間について、平沢ら(2001)が初期的な解析結果を報告している。本研究では、ドームふじ基地の地上気象、ゾンデなどの現地観測データ、全球格子点客観解析データ、及び流跡

線解析モデル (Tomikawa and Sato, 2005) を用い、ブロッキング後の高気圧域の変化について明らかにする。

2. ドームふじ基地の地上気象と高度場

このブロッキングの発生に寄与した定常ロスビー波束の南極域への伝播・収束は、6 月 17 日から 19 日が極大で、それ以降は弱まる。図 2 に示すように、500hPa 高度場では、この直後の 19 日 (図 2 は 20 日) には高気圧域は低緯度側から切離し、東南極上空に高度場の極大域が解析されている。この高度場の極大域を本研究ではセル状高気圧、またこの期間をセル状高気圧期と呼ぶ。ドームふじ基地はセル状高気圧の中心付近に位置した。ブロッキング形成期に -30℃ まで昇温したドームふじ基地の地上気温は、セル状高気圧に覆われた 19 日には -50℃ 付近まで降温した。19 日に 40E にあったセル状高気圧は西に移動し、22 日後半から不明瞭となった。23 日に南極半島上空でトラフが発達し、その東側のウェッデル海上に高気圧リッジが明瞭となった。大陸上を西進したセル状高気圧は、23 日から 24 日にかけて大陸上を抜けウェッデル海に達し、このリッジに融合した。その頃、ドームふじ基地の地上気圧と気温はともに上昇した。このリッジは東南極上空を東西に連なり、27 日まで維持された (高気圧リッジ期)。この期間、-50℃ ~ -60℃ の気温が継続された。6 月 28 日には高気圧リッジはドーム基地付近では確認されなくなり、30 日には低

圧域が東南極を覆った。地上気圧及び気温は、高気圧域の消滅と同期して降下を開始し、30日にはブロッキング前の590hPa、-70℃を記録した。

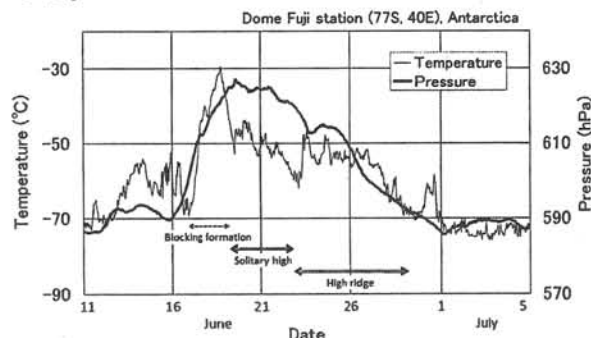


図1 1997年6月11日-7月5日のドームふじ基地の地上気圧と地上気温。

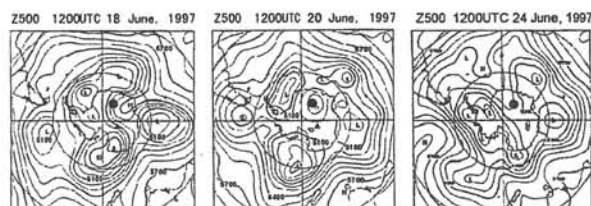


図2 1997年6月18日、20日、24日の南半球の500 hPa面高度の分布。

3. 高気圧の空間構造

セル状高気圧期及び高気圧リッジ期の高度場、温度場の構造は講演の中で議論する。ここでは、セル状高気圧の中心付近で観測された対流圏の乾燥と降水について述べる。

相対湿度の鉛直プロファイル（講演時）の変化を追うと、ブロッキング時にはその直前に比べ200hPaより下層で相対湿度が約20%高くなった。セル状高気圧に覆われると、300hPa以下で下層ほど相対湿度が少なくなった。これは冬季の通常の鉛直プロファイルとは逆である。下層で相対湿度が小さい状態は、図3の特に500hPaの時系列に示されるように、ちょうどセル状高気圧期に対応した。

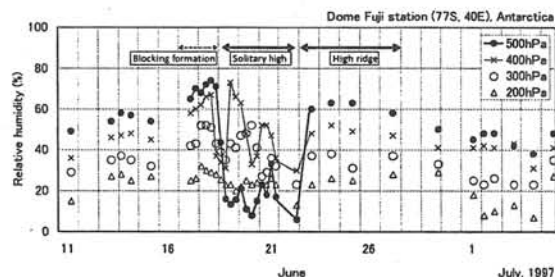


図3 1997年6月11日から7月5日のゾンデにより観測されたドームふじ基地上空のいくつかの高度における相対湿度の時系列。

セル状高気圧期の約8.5km以下の乾燥した層にはライダーでも浮遊物質が少ないことが示唆される。図4は、セル状高気圧期に降水量が少ないことを示す。

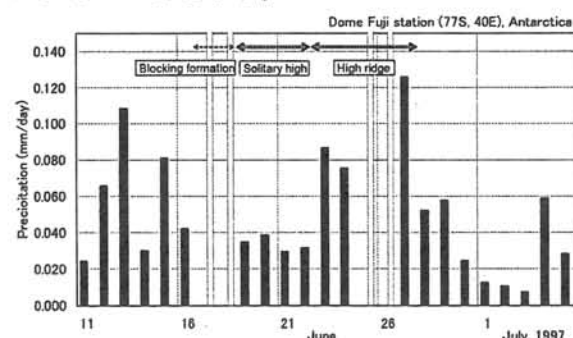


図4 1997年6月11日から7月5日のドームふじ基地の日降水量（黒棒グラフ）。欠測を白棒グラフで示す。

4. セル状高気圧の移動と wave train

20日に40E付近にあったセル状高気圧は西に移動し、23日には20W付近で大陸上を抜け、そこで発達中のリッジと融合し、24日（図2）に見られる高度場パターンになった。図5に300hPa高度の偏差場（等値線）と wave activity flux（以後、WAF）の分布を示す。Hirasawa et al. (2000)で示されたように、19日にはこの高気圧に向かってWAFが収束し強化したが、21日（図5）には大陸上の正偏差（高気圧に対応）の周辺に顕著なWAFはない。23日から24日に20~30Wの子午線に沿ったリッジと融合し、中緯度から東南極氷床上に連なる高気圧偏差が明瞭となった。正偏差が融合した氷床沿岸域付近をWAFが抜け始め、南太平洋の正偏差から南インド洋の負偏差に連なる wave train が明瞭となった。高気圧リッジ期は、WAFを介して高緯度側まで明瞭になった wave train を構成したリッジにより作り出された。

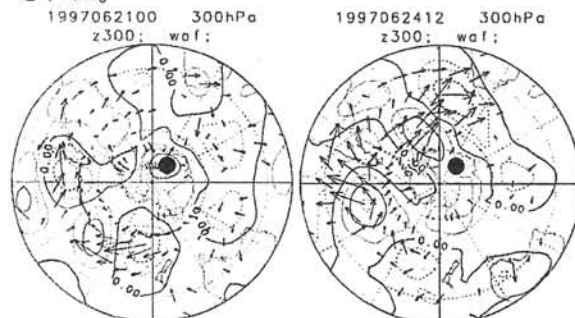


図5 1997年6月19日から26日の300hPa高度の偏差（5日移動平均と31日移動平均の差）、及び Takaya and Nakamura(2001)による wave activity flux（矢印）。

20 世紀前半の北極温暖化とは何か

山内 恭 (国立極地研究所、総研大極域科学)

What was the Arctic warming in the first half of 20th century?

Takashi Yamanouchi

(National Institute of Polar Research; Dept. Polar Science, The Graduate Univ. Advanced Studies)

Abstract: A large warming during 1920s and 40s in the Arctic, comparable to the recent 30-year warming is known. This was only concentrated to the high latitudes. Several explanations have been made; however, external forcing, which once was possible to explain global average, failed to explain, and one of the possible explanation was internal atmospheric variability with low frequency. Another candidate for the explanation was black carbon deposited on the snow and ice surfaces. We have to continue our study in discovering historical meteorological, aerological, and radiation data; investigating the PDO which shows similar resemblance to the temperature curve; ice core analysis; Arctic system reanalysis together with long term reanalysis back to 1880s.

はじめに：近年、夏の海水域の急減を含む北極の温暖化が注目されているが、実は 20 世紀前半にもかなりの温暖化があったことが知られている。1920 年代から 40 年代にかけて、約 1.5℃と、最近の温暖化に匹敵するほどの大きさである (図 1 ; Polyakov et al., 2003)。続く 1960 年代にかけては寒冷化になっている。この変化は何なのだろうか。これをもって、現代の温暖化が人為起源温室効果気体増加によるとの説を否定する動きもあるが、それは間違いである。ここ 30 年の温暖化は明らかに温室効果気体増加によるが、20 世紀前半の温暖化は温室効果増強によるものではないと考えられる。20 世紀前半の温暖化の状況、その成因を調べることで、現代の、そして将来の温暖化の解明の一助にしたい。ここでは、これまでの研究をレビューし、今後取り組むべき方向性を議論する。

20 世紀前半の温暖化は北極域に特化：20 世紀前半の温暖化は、IPCC 報告等にみられるように、グローバルにも現れている。気候モデルによる説明では、人為起源温室効果気体変化によるのではなく、自然変動によるとされている (IPCC, 2001)。この自然変動要因として、火山活動の不活発による成層圏エアロゾル量の低下 (Sato et al., 1993) と太陽活動度に基づく日射量の増大 (Lean et al., 1995) があるとされた (Nozawa et al., 2005; Shiogama et al., 2006)。

ところが、この 20 世紀前半温暖化の地域分布をみると、著しく偏って、北半球高緯度域、ほぼ北極域にしか現れていないことが明らかになった (図 2 ; Serreze and Francis, 2006; Johannessen et al., 2004; Overland et al., 2004)。平均すればグローバルにも出てくるということ。問題は、先の原因では北極だけに顕著に現れる理

由にはならず、気候モデルでも、説明がつかない。これまでのところ、説明できる理由は見いだされていないが、さまざまな議論がなされている。その一つは、外部強制によらない、地球の気候システム特有の内部変動、大気固有の変動度が現れ、北極特有のフィードバックで増幅されたものであろうという説で、モデルを長期間積分すると現れるという (Johannessen et al., 2004; Wang et al., 2007)。田中・大橋 (2007) による北極振動についてのモデル解析の結果も同様の現象を示しているものと思われる。

BC 原因説：20 世紀前半の温暖化を説明するその他の要因も議論されている。ススのような吸収性エアロゾルが大気を温める効果が知られているが、北極域では地表面が雪氷で覆われているためにその効果は倍増される (Myhre et al., 1998)。ところが、これらススのような黒色炭素 (BC) が雪氷面に沈着すると、アルベドを下げることでさらに温暖化に寄与する (Hansen et al., 2005)。実際にどの程度の BC が分布し、どのような影響をしているかは未解明である。McConnell et al. (2007) は、グリーンランド氷床コアの解析から、過去 200 年の BC 分布を導出、20 世紀前半に最大の濃度が出、これが温暖化の原因になっていると提唱した (図 3)。

今後とりくむべき課題：

- ・気象データ、特に高層ゾンデデータの発掘。データをさらに探索し、対流圏と成層圏の気温変動傾向を確認する。現在の温室効果気体増加による温暖化は対流圏の現象で、成層圏は寒冷化している。しかし、内部変動の場合には違ひ得る。
- ・日射データ、光学的厚さ (AOD) データの発掘。Ohmura (2008) によると、ヨーロッパ各地のデータ

に 20 世紀前半の変化を類推させるものがある。

- ・ Pacific decadal oscillation (PDO) の 20 世紀中の変動をみると、1940 年代にかけての増加、60 年代に向かった減少（そして 70 年代の再びの増加）と、北極域の気温の変動と極めて良く似た変動パターンを示している（図 4；Turner et al., 2007）。

- ・ 雪氷コアの詳細解析。既に多くの解析が行われているが、改めて 20 世紀前半の変化に注目して、浅層の掘削・解析を行う（本山、2008）。

- ・ 既に再解析を 1900 年以前までさかのぼろうという動きがなされているが（Compo et al., 2008）、北極域に特化・適合した再解析を進める。

（参考文献）

- Compo, G. P., J. S. Whitaker and P. D. Sardeshmukh(2008): The 3rd WCRP International Conference on Reanalysis, 28 January to 1 February 2008, Tokyo, Japan.
- Hansen et al., (2005): J. Geophys. Res., 110, D18104, doi: 10.1029/2005JD005776.
- IPCC (2001): Climate Change: The Scientific Basis, 2001. Cambridge University Press, New York.
- Johannessen et al., (2004): Tellus, 56A, 328-341.
- Lean, J., J. Beer and R. Bradley (1995): Geophys. Res. Lett., 22, 3195-3198.
- McConnell et al. (2007): Science, 317, 1381-1384.
- 本山 (2008) : 第 31 回極域気水圏シンポジウム、プログラム・講演要旨
- Myhre, G., F. Strdal, K. Restad and I. Isaksen (1998): Tellus, 50B, 463-477.
- Nozawa, T., T. Nagashima, H. Shiogama and S. A. Crooks (2005): Geophys. Res. Lett., 32, L20719, doi: 10.1029/2005GL023540.
- Ohmura (2008): 気水圏コロキウム講演
- Overland, J. E. et al. (2004): J. Climate, 17, 3263-3282.
- Polyakov, I.V. et al. (2003): J. Climate, 16, 2067-2085.
- Sato, M., J. E. Hansen, M. P. McCormic and J. B. Pollack (1993): J. GEophys. Res., 98, 22987-22994.
- Serreze, M. C. and J. A. Francis (2006): Climate Change, 76, 241-264.
- Shiogama, H., T. Nagashima, T. Yokohata, S. A. Crooks and T. Nozawa (2006): Geophys. Res. Lett., 33, L09702, doi: 10.1029/ 2005 GL 025622.
- 田中博、大橋 (2007) : 第 30 回極域気水圏シンポジウム、プログラム・講演要旨、7-8.
- Turner, J., J. E. Overland and J. Walsh (2007): Int. J. Climatology, 27, 277-293.
- Wang, M. et al. (2007): J. Climate, 20, 1093-1107.

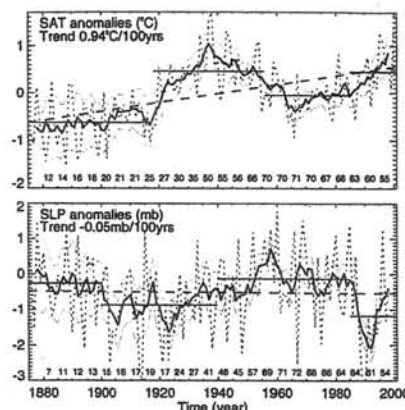


図 1. 62°以北の年平均地上気温と海面気圧の時系列 (Polyakov et al., 2003)

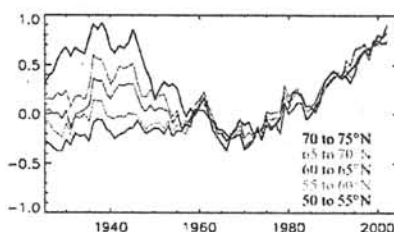


図 2. 北半球高緯度帯毎の年平均地上気温偏差 (Serreze and Francis, 2006)

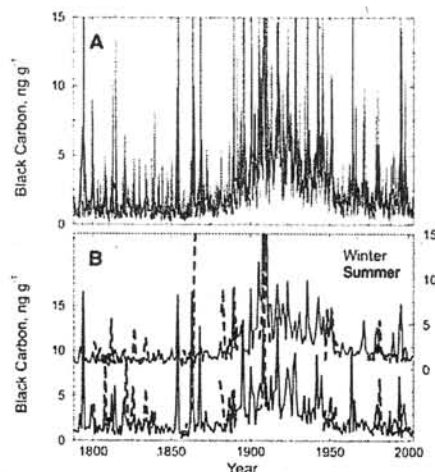


図 3. グリーンランド D4 コア中の BC 濃度分布。B は冬（上）と夏（下）で、冬の変動が大きい (McConnell et al., 2007)

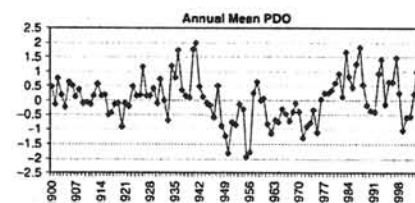


図 4. 年平均 Pacific decadal oscillation (PDO) (Turner et al., 2007)

氷期気候系のエネルギー論

* 村上茂教¹・大垣内るみ¹・阿部彩子^{1,2} (1:FRCGC, 2:CCSR)

Energetics of Glacial Climate

Shigenori Murakami¹ Rumi Ohgaito¹ and Ayako Abe-Ouchi^{1,2}

(1: FRCGC/JAMSTEC, 2: CCSR/University of Tokyo)

The annual-mean energetics of the glacial climate are investigated based on a Last Glacial Maximum (LGM) simulation using an atmosphere-ocean coupled general circulation model (AOGCM). The generation rate of the available potential energy (APE) and conversion rate from APE to kinetic energy increase in the LGM climate. This increase is related to the stationary eddy activity owing to the existence of the Laurentide Ice Sheet.

1. はじめに

これまで、古気候モデリング相互比較プロジェクト第二期 (PMIP2) に提出された、三つの結合モデル (MIROC3.2, HadCM3, CCSM3) による最終氷期極大期 (LGM) のシミュレーション結果を解析する事で、氷期気候系における大循環と南北エネルギー輸送の特徴について、1) 気候系による全南北エネルギー輸送は北半球中低緯度において増大する、2) 中緯度でのエネルギー輸送の増大は、大気・海洋共に定在波の活動の強化によりもたらされる、3) 低緯度の子午面循環による輸送は、海洋では強く冷却された深層水がもたらす鉛直温度構造の強化により増大し、大気では乾燥化に伴う下層での赤道向き潜熱輸送の減少により結果としてやや増大する事等の結果を得た (Murakami et al. 2008 J.Clim.). 特に、北半球中低緯度における極向きエネルギー輸送の増大は、PMIP2LGM 実験に参加した全てのモデルにおいて共通にみられる特徴である他、循環強度の応答がモデルによって違ってもエネルギー輸送の応答には共通性がみられること、北米氷床の存在に起因する大西洋域と太平洋域における応答の対比等の興味深い特徴がみられた。これらの応答特性を更に良く理解するために、MIROCモデルの6時間毎出力を用いて各エネルギー変換項を計算し、エネルギーサイクルを求めた。

2. エネルギーの分布と生成・変換

図1に示したのは鉛直積分した全(水平)運動エネルギーの産業革命前 (CTL:左) と氷期 (LGM:右) シミュレーションにおける平面分布図である。今回の結果は予備的なもので、解析はそれぞれのシミュレーションについて一年分のデータのみを用いて行われているため、ピークの値の大きさを単純に比較する訳にはいかないが、大気循環場の持つ運動エネルギーは氷期の方が大きい傾向は見取れる。特に上に述べた太平洋域と大西洋域の応答の差は特徴的である。表1には、大気的全運動エネルギーに対する、帯状平均場、定常擾乱、非定常擾乱からの寄与を全球平均値として与えてある。これを見ると、氷期における運動エネルギーの増加は、主に定常擾乱からの寄与によるものであることがわかる。これに対し、帯状平均場の運動エネルギーには殆ど変化が無く、また非定常擾乱の運動エネルギーはむしろ減少気味である。しかし、表2に示した有効位置エネルギーの全球平均値では、高緯度における帯状平均成分が大きく増大している。一方図2に示したローレンツのエネルギーサイクルからは、有効位置エネルギーの帯状平均成分から擾乱成分への変換と、擾乱による有効位置エネルギーの生成率が共に増大し、それらが定常擾乱成分の運動エネルギーへと変換されていることがわかる。

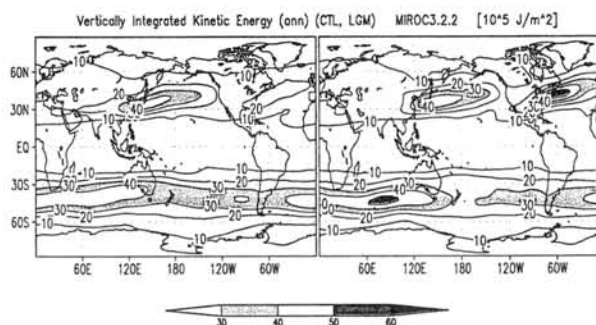


図1: 鉛直積分した全運動エネルギーの空間分布

表1: 鉛直積分した運動エネルギーの全球平均値

KE	LGM	CTL	Δ	units
Total	15.98	15.92	+ 0.06	10^5 J/m^2
Zonal	7.00	7.09	- 0.09	10^5 J/m^2
S Eddy	0.97	0.67	+ 0.30	10^5 J/m^2
T Eddy	8.01	8.17	- 0.16	10^5 J/m^2

表2: 鉛直積分した有効位置エネルギーの全球平均値

APE	LGM	CTL	Δ	units
Total	53.60	49.30	+ 4.30	10^5 J/m^2
Zonal	42.22	38.19	+ 4.03	10^5 J/m^2
S Eddy	1.36	0.92	+ 0.44	10^5 J/m^2
T Eddy	10.02	10.19	- 0.17	10^5 J/m^2

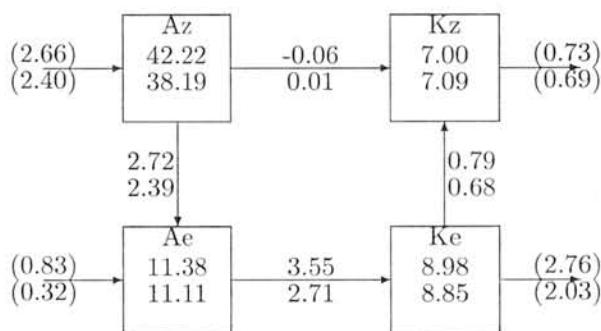


図2: エネルギーサイクル (上段:LGM, 下段:CTL)

3次元残差循環を用いた成層圏オゾンの輸送に関する研究

木下 武也 (東京大学)、 富川 喜弘 (国立極地研究所)、 佐藤 薫 (東京大学)

A study on the transport of stratospheric ozone using the three dimensional residual circulation

Takenari Kinoshita (The University of Tokyo), Yoshihiro Tomikawa (National Institute of Polar Research), Kaoru Sato (The University of Tokyo)

Stratospheric ozone is produced by photochemical processes in the tropical middle and upper stratosphere and transported to middle and high latitudes by the Brewer-Dobson circulation. The resultant distribution of total ozone is not zonally uniform in middle and high latitudes, although the mechanism is not adequately clear. The aim of our study is to evaluate three dimensional [3-D] transport of ozone quantitatively.

First, we have improved formula describing the 3-D residual circulation and 3-D wave activity flux applicable to gravity waves derived by Miyahara (2006). Our 3-D residual circulation satisfies the continuity equation, and the advection terms of the zonal momentum equation are represented as the 3-D residual circulation. It is also confirmed that the derived 3-D residual circulation accords with the formula obtained using the Storks drift under the existence of the zonal mean flow shear.

Moreover, we will show some results of the analysis about horizontal distribution of the stratospheric ozone using 3-D satellite observation data and global operationally re-analysis data.

1. はじめに

成層圏オゾンは熱帯中上部成層圏の光化学過程で作られ、ブリューワドブソン循環によって、中高緯度に運ばれる。中高緯度のオゾン全量分布はオゾンクロワッサンといわれるように東西非一様な形をしている。そのためオゾンの全球分布を調べるには3次元の輸送を考えなければならない。

変形オイラー平均 (TEM) 系を用いた解析は子午面循環を定量的に評価できるため、広く用いられているが、循環の経度依存性や東西方向の輸送は表現できない。

Miyahara (2006) では、重力波にも適用可能で TEM 系を3次元に拡張した wave activity flux (以下 3-D flux) および3次元

残差循環を導出した。しかし、この残差循環は質量保存を満たさず、東西方向の運動方程式の移流項に残差循環とオイラー平均流両者が含まれているため、オゾン等大気微量成分の3次元の輸送を表すことが出来ない。

そこで本研究では、Miyahara (2006) における上記の問題を回避する新たな定式化を行う。次に導出した3次元残差循環が平均風シアを考慮したストークスドリフトから導かれるものと一致することを確認する。並行して、オゾン全量分布の東西非一様の要因を調べるため、オゾンの水平分布に関するデータ解析を行う。

2. 3次元残差循環と運動方程式

上述した新たな3次元残差循環は以下の

形となる。

$$\begin{aligned}\bar{u}^* &= \bar{u} + \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \left(\frac{\bar{S}}{f} \right) - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\rho_0 \bar{u}' \theta'}{\theta_z} \right) \\ \bar{v}^* &= \bar{v} - \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left(\frac{\bar{S}}{f} \right) - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\rho_0 \bar{v}' \theta'}{\theta_z} \right) \\ \bar{w}^* &= \bar{w} + \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left(\frac{\bar{u}' \theta'}{\theta_z} \right) + \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \left(\frac{\bar{v}' \theta' \cos \phi}{\theta_z} \right) \\ \left[\bar{S} &= \frac{1}{2} \left(\bar{u}^2 + \bar{v}^2 - \frac{g^2}{N^2} \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \right]\end{aligned}$$

東西方向の運動方程式は

$$\begin{aligned}\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \frac{\bar{u}^*}{a \cos \phi} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \lambda} + \left[\frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial (\bar{u} \cos \phi)}{\partial \phi} - f \right] \bar{v}^* + \bar{w}^* \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \\ = - \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial \lambda} - \frac{1}{\rho_0 a \cos \phi} (\nabla \cdot \mathbf{F}')_{\lambda}\end{aligned}$$

となる。Miyahara (2006) による東西方向の運動方程式

$$\begin{aligned}\frac{D \bar{u}}{Dt} - \frac{\bar{u} \tan \phi}{a} \bar{v} - f \bar{v}^* &= - \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial \lambda} - \frac{1}{\rho_0 a \cos \phi} (\nabla \cdot \mathbf{F}_M)_{\lambda} \\ \left(\frac{D}{Dt} &= \frac{\bar{u}}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} + \frac{\bar{v}}{a} \frac{\partial}{\partial \phi} + \bar{w} \frac{\partial}{\partial z} \right)\end{aligned}$$

と比較すると、今回得られた方程式の移流項は全て残差循環となり、TEM 系の自然な 3 次元への拡張となっていることがわかる。

3. 3次元残差循環とストークスドリフト

ストークスドリフトは東西、南北、鉛直方向の変位(ξ' , η' , ζ')を用い、2 階以上の微分を含む項を無視して、以下の形に近似される。

$$\begin{aligned}\bar{u}^s &= \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} (\eta' \bar{u}' \cos \phi) + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial z} (\rho_0 \xi' \bar{u}'), \\ \bar{v}^s &= \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (\xi' \bar{v}') + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial z} (\rho_0 \xi' \bar{v}'), \\ \bar{w}^s &= \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (\xi' \bar{w}') + \frac{1}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} (\eta' \bar{w}' \cos \phi).\end{aligned}$$

オイラー平均風としてシアーをもつ東西風を考えると、変位のラグランジュ的時間変化は、次のように表わされる。

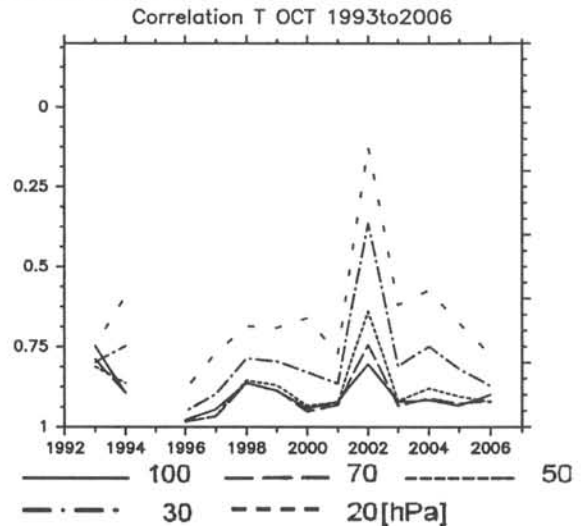
$$\begin{aligned}\frac{D \xi'}{Dt} &= u' + \frac{\xi'}{a \cos \phi} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \lambda} + \frac{\eta'}{a} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \phi} + \zeta' \frac{\partial \bar{u}}{\partial z}, \\ \frac{D \eta'}{Dt} &= v', \quad \frac{D \zeta'}{Dt} = w', \quad \left[\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\bar{u}}{a \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} \right].\end{aligned}$$

これと、擾乱に対する運動方程式、熱力学の式、連続の式を用いてストークスドリフトを変形し、オイラー平均風を加えると、3 次元残差循環と一致することが確認出来た。

4. データ解析

1993～2006 年 10 月の TOMS の衛星観測データを用いた。まず、プラネタリー波による物質面のゆがみを考え、NCEP-DOE Reanalysis2 客観解析データの対流圏界面高度および高度別の温度の東西偏差と、同期間におけるオゾン全量の空間相関を調べた(下図)。

圏界面高度とオゾンの相関は、オゾンホールの中の強い 1998 年とオゾンホールの弱い 2002 年で相対的に低い。この原因として、プラネタリー波が高さとともに西へ大きく傾き、オゾン濃度の位置が圏界面高度の分布と異なることや、成層圏で波が砕波することで生じる残差循環の東西非一様性が考えられる。そこで波数 1 と 2 のプラネタリー波の位相の高度変化を解析したところ、上記の二つの年におけるプラネタリー波の位相は他の年と同様にほとんど変化していないことがわかった。今後、1998 年と 2002 年に注目し、導出した残差循環を用いてオゾン輸送の空間依存性を調べる予定である。



1993～2006 年 10 月における南緯 40～90 度におけるオゾン全量と高度別温度との相関

参考文献

Miyahara, S., 2006: A three dimensional wave activity flux applicable to inertia-gravity waves. SOLA, 2, 108–111.

南半球極域重力波の発生源の研究

*館野聡¹、佐藤薫¹、渡辺真吾²、河谷芳雄²、富川喜弘³、宮崎和幸²、高橋正明^{2,4}

1.東大院理、2.JAMSTEC/FRCGC、3.国立極地研究所、4.東大 CCSR

A study on sources of gravity waves over the Antarctic

Satoshi Tateno¹, Kaoru Sato¹, Shingo Watanabe², Yoshio Kawatani², Yoshihiro Tomikawa³,
Kazuyuki Miyazaki², Masaaki Takahashi^{2,4}

1. The University of Tokyo, 2. JAMSTEC/FRCGC, 3. National Institute of Polar Research,
4. CCSR, the University of Tokyo

In the Antarctic lower stratosphere, gravity wave (GW) activity is enhanced in spring (ex. Yoshiki and Sato, 2000). Yoshiki et al. (2004) and Sato and Yoshiki (2008) suggested that these GWs are generated by a spontaneous adjustment around the polar night jet. In this study, the sources of GWs observed over the Antarctic region are investigated using a high-resolution GCM of the KANTO project (T213L256). This model covers from the surface to a height of about 80km with a fine vertical resolution (300m). No GW parameterizations are included.

At 10 hPa, significant enhancements of GW energy originated from the Andes mountains and Antarctic peninsula are seen. A similar feature was observed by satellites such as AIRS (Alexander et al., 2008), although a detailed study has not been performed. This enhanced region extends over more than a half of the latitude circle along the polar night jet and reaches Antarctic latitude. At 50 hPa, energy enhancements are also seen over mountains in Australia and Africa. However, the GWs over these regions cannot propagate in to the upper stratosphere because of the existence of critical levels. Regions where GWs propagate energy downward are dominant are found in the south of Andes. This fact suggests that there are GWs generated by the spontaneous adjustment as well as mountain waves.

A simple ray tracing analysis is made for mountain wave. The rays focus on to the polar night jet for GWs which are generated from the Andes and Antarctic peninsula, and have southwestward and northwestward wavenumber vector, respectively. This feature is consistent with the model results

1. はじめに

大気重力波は運動量を鉛直に輸送し、中層大気大循環の駆動に重要な役割を担っている。したがって、重力波活動のグローバル分布、季節変化及びその発生メカニズムの系統的解明が必要である。

Pfenninger et al. (1999)、Yoshiki and Sato (2000)、Hei et al. (2008)は、南極域下部成層圏では春に重力波活動が極大となることを示

した。またYoshiki et al. (2004)、Sato and Yoshiki (2008)はこの重力波が主に自発的調節過程により発生した可能性が高いと示している。そこで本研究は、南極域の重力波の発生源を、高解像度気候モデルを用いて明らかにすることを目的とする。

2. 使用モデルの概要

モデルはT213L256のCCSR/NIES/FRCGC GCM

(KANTO プロジェクト) を用いた。水平解像度は約63km、中層大気の鉛直解像度は約300mである。重力波パラメタリゼーションは用いておらず、重力波はモデル内で自発的に励起され陽に表現されるもののみである。詳細はWatanabe et al. (2008)を参照されたい。

3. GCM 解析結果

50, 10hPaにおける8月の水平波数22以上の成分のポテンシャル・エネルギー（以下PE）と東西風速を図1に示す。10hPaにおいて、アンデス山脈南部と南極半島を始点とする、極夜ジェットに沿ったPEの極大域が緯度円半周以上にわたり存在する。この卓越領域の南端は南極域にもかかっていることがわかる。アンデス上空とその風下側で重力波が大きなエネルギーを持つことはAIRS (Alexander et al., 2008) などの衛星観測で報告されているが、詳細な解析は行われていない。

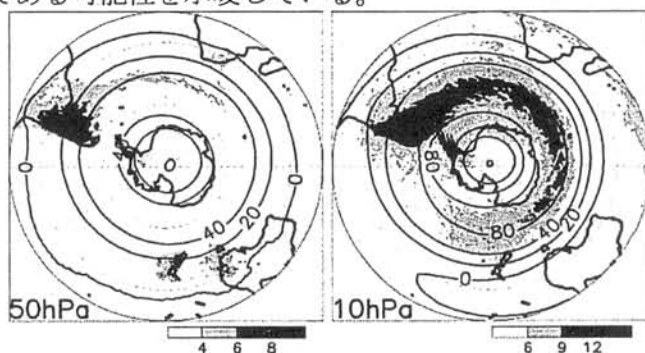
50hPaではアンデスの風下側のPE極大域は10hPaに比べて短い。また、オーストラリアやアフリカなどの山岳上空でもPEの値が大きい。しかし、これらは10hPaでは東風である低緯度域に存在しているため、上層まで伝播できないことがわかる。

アンデス付近のPE極大域の高緯度側には、下向き重力波が卓越する領域が存在していた(図略)。これは、山岳波だけでなく、ジェットによる自発的調節過程によって発生した重力波の存在を示唆している。また、運動量フラックスの解析から、アンデス、南極半島起源の重力波はそれぞれ南西、北西方向の波数ベクトルを持つことがわかった(図略)。

4. レイトレーシング解析

極渦周辺での山岳波の伝播経路を調べるため、経度方向に一樣なジェットを仮定した風速場においてレイトレーシング解析を行った。波数ベクトルの初期値は南極半島、南米でそれぞれ北西、南西向きとした結果を図2に示す。高度とともに極夜ジェットへのレイの集中が見られたが、極夜ジェットへの集中はアンデスや南極半島起源の山岳波が上記のような波数ベクトルを持つ場合に限られていた。

以上の結果は、中緯度の山岳に関連して生じた重力波が極域重力波の主要な発生源の1つである可能性を示唆している。



Program of the Antarctic Syowa MST/IS Radar

Kaoru Sato [1], Masaki Tsutsumi [2], Toru Sato [3], Akinori Saito [3],
Yoshihiro Tomikawa [2], Koji Nishimura [4], Hisao Yamagishi [2],
Takashi Yamanouchi [2], Takehiko Aso [2], and Masaki Ejiri [2]

[1] U. Tokyo; [2] NIPR; [3] Kyoto Univ.; [4] TRIC, ROIS;

Syowa Station is one of the distinguished stations where various atmospheric observations for research purposes by universities and institutes as well as operational observations by Japan Meteorological Agency and National Institute of Information and Communications Technology are performed continuously. National Institute of Polar Research plays a central part in the operations. The observation of the Antarctic atmosphere is important in two senses. First, it is easy to monitor weak signal of the earth climate change because contamination due to human activity is quite low. Second, there are various unique atmospheric phenomena in the Antarctic having strong signals such as katabatic flows, the ozone hole, noctilucent clouds, and auroras. The middle atmosphere is regarded as an important region to connect the troposphere and ionosphere. However, its observation is sparse and retarded in the Antarctic compared with the lower latitude regions; nevertheless the vertical coupling is especially important in the polar region.

Since 2000, we have developed an MST/IS radar which is operational in the Antarctic and have made feasibility studies including environmental tests at Syowa Station. Various significant problems have been already solved, such as treatment against low temperature and strong winds, energy saving, weight reduction, and efficient construction method. A current configuration of the planned system is a VHF (47MHz) Doppler pulse radar with an active phased array consisting of 1045 yagis. As an activity of JARE49 (the 49th Japanese Antarctic Research Expedition) and JARE50, a pilot radar system which consists of newly developed antennas and T/R modules is being installed at Syowa Station, to know the overall performance of the radar system. This pilot system is being used for IPY (International Polar Year) 2007-2008 as a meteor radar to monitor winds in the lower thermosphere which are hard to be performed by existing observation facilities.

The value of the PANSY project has been approved internationally and domestically by resolution and recommendation from international scientific organizations such as IUGG, URSI, SPARC, SCOSTEP, and SCAR. The scientific research objectives and technical developments have been frequently discussed at international and domestic conferences and at a scientific meeting at NIPR organized by the PANSY group every year. In this fiscal year, we will summarize the results of these discussions and feasibility studies as a few booklets. Special sessions for PANSY will be also organized at related scientific societies such as MSJ and SGPSS to deepen the discussion with an eye to submission of our proposal.

II.1

南緯40-60度領域のエアロゾル場： 全球エアロゾル輸送モデルと衛星観測による解析

五藤 大輔（東京大学気候システム研究センター）、中島 映至（東大気候システム研究センター）、
竹村 俊彦（九州大学応用力学研究所）、日暮 明子（国立環境研究所）

Aerosol fields in the regions of S40-S60: analysis by a global transport aerosol mode and by satellite imagers

Daisuke Goto (Center for Climate System Research, The University of Tokyo), Teruyuki Nakajima (Center for Climate System Research, The University of Tokyo), Toshihiko Takemura (Research Institute for Applied Mechanics, Kyusyu University), Akiko Higurashi (National Institute for Environmental Studies)

We validate background aerosol levels in our global aerosol transport model with those in satellite imagers. The background level is a clean air region, so today it is only in the South 40-60 region. In this region, aerosols are comprised from sulfate and sea-salt particles, which are formed from nature origins. In this study, we compare simulated sulfate and sea-salt mass concentrations with observed those by in-situ measurements in spite of the limited measurements. Additionally we compare simulated aerosol optical properties with observed those by satellite imagers including MODIS/Terra and GLI/ADEOS-II.

Our 3-d global aerosol model, SPRINTARS (Takemura et al., 2000, 2002, 2005), is implemented in an atmospheric general circulation model developed by the Center for Climate System Research of the University of Tokyo, National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (MIROC-AGCM; K-1 Developer, 2004). The SPRINTARS treat various aerosol species such as dust, sea-salt, sulfate from dimethyl sulfide (DMS), anthropogenic sulfate, organic and black carbon.

The results show some gap of aerosol levels between in simulations and in satellites. Compared to satellites, simulated aerosol optical thickness are underestimated even if major aerosol mass concentrations are comparable to in-situ observations. The gap is the largest in the summer. This will be discussed in the symposium, including possible problems for simulations and for satellite retrievals.

ライダーによる北極圏 PSCs の観測 (2008 年 1 月)

内田元基、藤原玄夫、白石浩一、林政彦 (福岡大学)、柴田隆 (名古屋大学)

Observation of PSCs in Arctic region by lidar (January, 2008)

Motoki Uchida, Motowo Fujiwara, Kouichi Shiraishi, Masahiko Hayashi (Fukuoka University)
Takashi Shibata (Nagoya University)

Abstract

We carried out the observation of polar stratospheric aerosols by lidar at Ny-Aalesund, Spitsbergen in January 2008 and detected the PSCs composed of liquid and solid particulates. The result of analysis shows that it depends on the temperature at the observation time whether the particulates were solid or liquid. But from the comparison of lidar results with the back trajectory analysis the relation between the composition of the PSCs and their temperature history is not clearly found. The wave-like structure in the time-height variation of the scattering ratio of PSCs suggests that the formation of PSCs may associate with gravity waves such as orographic waves.

はじめに

両極域の冬季の成層圏で観測される極成層圏雲 (Polar Stratospheric Clouds: PSCs) は、それらの粒子表面上での不均一反応による塩素原子の活性化や粒子自身の重力落下による脱室・脱水過程などにより、オゾンの破壊に対して重要な役割を担っている。PSCs は現在、フィールド観測、衛星観測、室内実験などによる様々な方法で研究がされている。しかし、PSCs 粒子がどのような成分、どのような過程を経て生成されるかなどについてはまだ十分に明らかになっていない。我々は、PSCs を含めた北極成層圏エアロゾルについての理解を目的として、2008 年の 1 月 9 日から 1 月 26 日にかけて、ニー・オールセン (78.92° N, 11.86° E) においてライダー観測を行った。観測開始から明瞭な PSCs の層が見られ、固体や液体の PSCs が検出された。本発表では、2008 年 1 月に観測された PSCs の観測結果を報告する。

観測概要

観測には、光源として Nd:YAG レーザーの基本波長 (1064nm) と第二高調波 (532nm) の 2 波長を利用している。受信は、直径 35cm の受信望遠鏡を使用し、532nm の射出レーザー光の偏光面に対して平行成分と垂直成分、1064nm の平行+垂直成分、532nm に対しての窒素分子のラマン散乱成分 (607nm) を測定している。

2 波長 (532nm と 1064nm) の後方散乱係数の比較から粒径分布に対応するオングストローム指数 α が得られる。 α は、比較的に大粒子が多ければ小さく、小粒子が多ければ大きい値をとる。532nm の平行成分と垂直成分の後方散乱係数から形状に対応する偏光解消度が得られる。偏光解消度は、非球形度が大きいほど、大きな値をとる。

観測結果と考察

図 1、2 は、それぞれ連続観測できた 1/9~1/10 と 1/19~1/20 の散乱比とエアロゾルの偏光解消度の観測結果である。観測当初 (1/9~1/10) は、主に 18km 以上の高度で PSCs が出現しているが、1/19~20 には、観測当初に比べ、より低い高度 (約 15km) まで PSCs の層が見られ、固体の PSCs が幅広い高度領域で検出された。これは、1 月 9 日から 20 日にかけて、ニー・オールセン上空の温度が低い高度まで冷えてきていることと関係していると考えられる。

観測開始当初 (1/9-10)、 T_{ice} 付近の温度である、19-23km の高度領域で顕著に PSCs が出現しており、19.5km と 22.5km 付近で散乱比が高く、偏光解消度が低い 2 層の液滴主体の PSCs 層が見られた。この 2 層の PSC 層の間 (21km 付近) では、散乱比が $R \sim 1.5$ と小さく、エアロゾルの偏光解消度が AerDep $\sim 17\%$ と高く、オングストローム指数 α が小さい (図 3)。これより、液滴主体の PSC 層の間には、固体の PSCs の割合が大きく、相対的に大きな粒子が多いことを示唆している。

厳密に、ニー・オールセン上空の温度 T と ice の霜点との差 ($T - T_{ice}$) を見ると、 T_{ice} 以下 or $\sim T_{ice}$ の高度領域で液滴主体の PSC 層が見られ、 T_{ice} より約 1K 高い高度領域で固体主体の PSCs 層が見られた (図 3a)。また、1/9 に観測された固相主体と液相主体の各 PSCs 層の高度の温度履歴に違いが見られないか、バックトラジェクトリー解析を用いて空気塊の温度履歴をとってみたが、この場合には各高度での温度履歴に明瞭な関係性が見られなかった。その時の空気塊は、ニー・オールセン上空を到達する前に、グリーンランド上空で標高の高い場所を通過している (図 4)。また、1/9 \sim 1/10 の散乱比の時間変動を見ると、波のように周期的に変動しているように見られる (図 1)。これらから、山岳波などのメソスケールでの影響があるのではないかと考えられる。

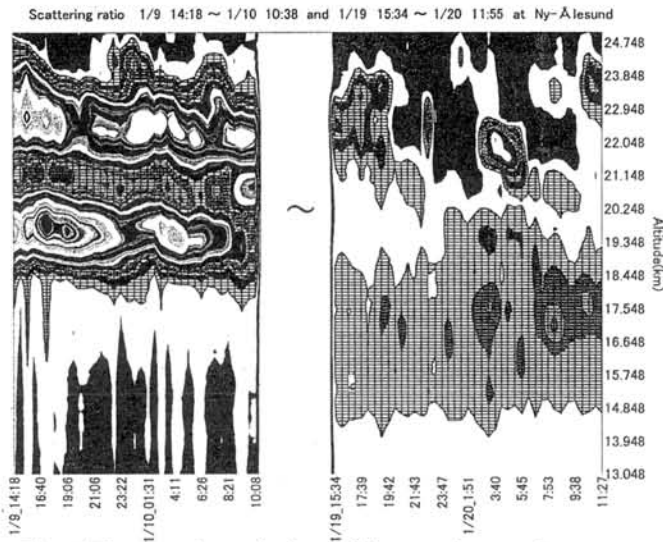


Fig.1 Temporal variation of Scattering ratio

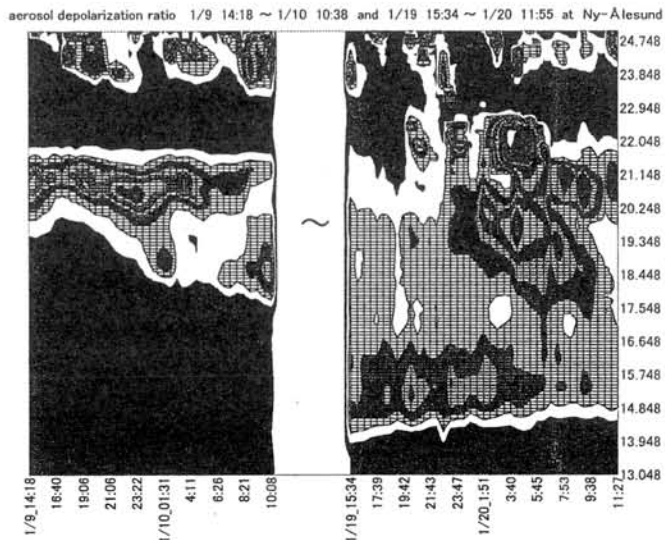


Fig.2 Temporal variation of aerosol depolarization ratio

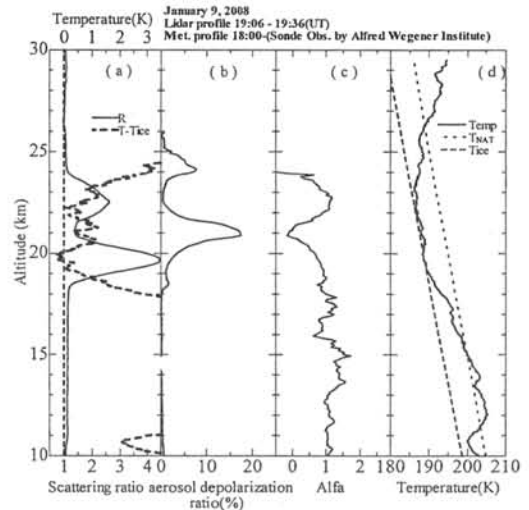


Fig.3 Vertical profiles of scattering ratio and $T - T_{ice}$ (a), aerosol depolarization (b), Angstrom coefficient (c) and temperature (d) observed on January 9, 2008. The thin dashed lines and thick ones show the profiles of NAT equilibrium temperature (T_{NAT}) and frost of ice (T_{ice}), respectively.

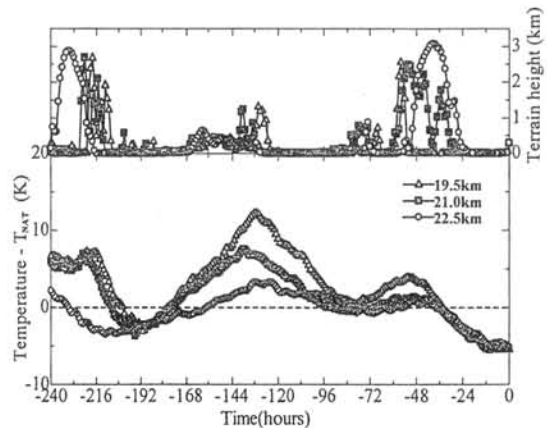


Fig.4 The histories of terrain height and temperature for each PSC layer which are shown in fig.3.

プロトン移動反応質量分析計を用いた南極海の大気中硫化ジメチルの観測計画

和田誠(国立極地研究所)、中岡慎一郎(国立極地研究所)、笠松伸江(国立極地研究所)

Measurement plan of dimethyl sulfide in the lower atmosphere using proton transfer reaction-mass spectrometry (PTR-MS) along tracks of the Umitakamaru and Shirase voyages in the Antarctic ocean

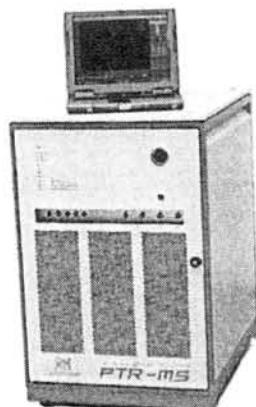
Makoto Wada (National Institute of Polar Research), Shinichiro Nakaoka (National Institute of Polar Research), Nobue Kasamatsu (National Institute of Polar Research)

Abstract: A project of "Study on coupling process between polar lower atmosphere and ocean" has been progressing in the VIIth (2005-2010) Japanese Antarctic observation project. Concentrations of carbon dioxide(CO₂) and dimethyl sulfide (DMS) have been measured in the Antarctic ocean and lower atmosphere till early 2008 based on this project. DMS concentration of the lower atmosphere along the tracks of research vessels in 2007 and 2008, however, were measured only several points because of time-consuming measurement. We introduce observation plans of 2009 and 2010 using a newly installed instrument---PTR-MS--- to measure DMS continuously aboard Umitakamaru, navigating in 2009 and new Shirase, navigating in 2010 in the Antarctic Ocean.

本文：南極地域観測第VII期計画（第48次隊から第51次隊）の重点プロジェクト研究観測「極域における宙空-大気-海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」のサブテーマ2「極域の大気圏-海洋圏結合研究」では炭素循環にかかわる二酸化炭素、硫黄循環にかかわる硫化ジメチル(DMS)の大気中、海洋中の濃度測定および海洋表層での交換量の見積もりを主テーマ研究として観測を行っている。大気中に放出されたDMSは最終的には雲の核となる可能性が高いことを考え、第48次隊の夏期間に、航空機によるエアロゾルの観測を行った。また海洋中のDMSに関しては第48次隊では定着氷上、海氷密接度の高い海域などのDMS濃度の測定を実施した。第49次隊の夏期間には海鷹丸を利用して海氷縁での海水中鉛直方向のDMS濃度の測定、航行中の表面海水のDMS濃度の測定を行った。

一方、大気中のDMSの測定は第50次、51次で計画している。これまですでに、南大洋においては多くの測定が行われている（例えば M. A. J. Curran, 2000）が、測定に時間がかかることなどから、航路に沿った連続的な測定は難しかった。海洋生物の活動から大気中に放出されるDMS濃度を捉えるためには、ほぼ連続で大気中でDMSを測定することが望ましい。また、海洋から放出されたDMSは海水表面付近で化学反応を起こし変化する可能性があるが、このことの把握のためには上下方向のほぼ同時の濃度測定が必要である。この目的のためにプロトン移動反応を利用して揮発性有機物質(VOC)のほぼ連続で測定できる質量分析計(PTR-MS)を第50次の夏期間海鷹丸に、また第51次の夏期間新しらせに搭載して、DMSを測定する計画である。第50次の海鷹丸の観測では、主として海氷縁の航行中の連続測定を、また上下方向の測定は停船時に計画している。図にPTR-MSの外観を、表には主な仕様を示す。

図：PTR-MSの外観



表：PTR-MSの主な仕様

Mass range 1-512 amu (up to 2048 amu on request)
Resolution < 1 amu
Response time: 100 ms
Measuring time: 2 ms/amu to 60 s/amu
Detection limit: 5 pptv
Linearity range: 5 pptv – 10 ppmv
Adjustable flow: 50 – 500 sccm
Inlet heating range: 30 – 150°C
Reaction chamber heating range 40 – 120°C
Power supply: 100-230V, max 750W
Dimensions: 55x86x78 cm (w x h x d)
Weight: 140 kg
Interface Ethernet 10/100MBit RJ45 (TCP/IP)

He-MIP-AES による昭和基地大気中粒子状物質の特性化

- 大気中粒子状物質の粒径分布、組成分析、化学状態評価 -

浅野 比（山口東京理科大学）、青山朋樹（堀場製作所）、菊地 正（山口東京理科大学）、大石 誠（堀場製作所）、和田 誠（国立極地研究所）、駒谷慎太郎（堀場製作所）、山内 恭（国立極地研究所）

Characterization of particulate matter in the atmosphere at Syowa Station by Helium Microwave Induced Plasma Atomic Emission Spectrometry - Elemental analysis, chemical state analysis and grain diameter distribution analysis of particulate matter in the atmosphere -

Hitoshi Asano (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Tomoki Aoyama (Horiba, Ltd.), Tadashi Kikuchi (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Makoto Ohishi (Horiba, Ltd.), Makoto Wada (National Institute of Polar Research), Shintaro Komatani (Horiba, Ltd.), Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)

The atmospheric particulate matter at Syowa Station, Antarctica was characterized by helium microwave induced plasma atomic emission spectrometry (He-MIP-AES). The He-MIP-AES can be considered as the suitable method for the characterization of the atmospheric particulate matter since the measurement for grain size distribution, elemental analysis for each particle, and chemical state analysis can be available simultaneously. Previous characterization methods such as XRF, PIXE and ICP-MS cannot provide *in situ* analysis and they need long time for the measurement of the distribution of the particle diameter and elemental analysis of each particle. The particle samples in the atmosphere were collected on the membrane filter at Syowa Station in Antarctica. The obtained particles were analyzed by the He-MIP-AES (HORIBA, particle analyzer DP-1000). Elemental analysis, chemical state analysis, and grain diameter distribution analysis were performed. The obtained results show that counts of each element gradually increased from February. The collected particles mainly contain sea salt (Na, Mg and Ca) and soil origin constituents (Si and Fe). The counts of each element increase under blizzard and strong wind condition.

【はじめに】 大気中の粒子状物質は太陽放射の吸収・散乱に関与し、さらに雲核の形成など地球環境に影響を与える。また、極域での粒子状物質の観測は地球規模の大気循環を把握する上で非常に重要な情報を有している。従来、大気中の粒子状物質を評価する場合、XRF、PIXE、ICP-MSなどが用いられているが、これらの分析法は採取試料の平均元素分析であり、粒子個々の成分組成などの情報を得ることが困難である。一方、SIMSやEPMAなどのマイクロビーム分析法は、粒子個々の形態、化学組成といった情報を得ることができるが、粒径

分布や粒子の個数といった情報は、インパクター法などによる粒径別捕集を用いても長時間を要するため、迅速かつ簡便な評価法が求められている。ヘリウムマイクロ波誘導プラズマ発光分光法(He-MIP-AES)は、個々の固体微粒子に関し、粒径分布、粒子個々の成分組成、化学状態の評価が同時かつ迅速に得られる。そこで本研究では、He-MIP-AES を用い昭和基地における大気中粒子状物質評価を行った。

【実験及び方法】 粒子状物質の測定には He-MIP-AES(堀場製作所製：パーティクルアナライザ、DP-1000)を用い、測定対象元素は土壌起源、海塩起源および人為起源を考慮し、C、Na、Mg、Al、Si、S、Cl、Br、Ca、Fe、Cu、Zn および V について検討を行った。試料は 2008 年 2 月から昭和基地の清浄大気観測室にてメンブレンフィルター (1 inchφ、孔径 0.2 μm) 上に捕集し、分析に供した。

【結果及び考察】 パーティクルアナライザにより捕集した大気中粒子状物質を測定した結果、観測を開始した 2 月から冬にかけ、いずれの元素も粒子数が増加する傾向が見られた。また、元素ごとでは Na、Mg、Ca の粒子数が多く、海塩起源の粒子を多く含んでいることが明らかとなった。また、Si、Fe が検出されたことから土壌起源の粒子も捕集されていると考えられる。北東からの強風が吹くブリザード時には、ほとんどの元素のカウント数が高くなる傾向が見られた。また、風が弱い日や風向が南から西の場合には C、Zn、V 等が検出されているため基地活動の影響を受けていると考えられる。

Fig.1 および 2 にブリザード時および降雪が無かった際の典型的な各元素の粒径分布をそれぞれ示す。Fig.1 に示した結果のサンプリング時の気象条件は、北東の風、平均風速 12.5 m/s、吹雪の日であり、Na、Mg、Ca といった海塩由来の成分のカウント数が降雪の少ない Fig.2 の結果と比較して 10 倍程度大きくなっていることがわかる。Fig.2 に示した結果のサンプリング時における気象条件は、東南東の風、平均風速 1.4 m/s で Fig.1 の結果と同様に Na を始めとする海塩粒子のカウント数が顕著であるが、土壌起源と考えられる Si、Fe のカウント数は降雪時の約 5 分の 1 程度となっている。10 m/s 以上の風と降雪 (ブリザード時) により、土壌粒子が巻き上げられ、海塩粒子だけでなく土壌粒子数も増加する傾向にあると考えられる。

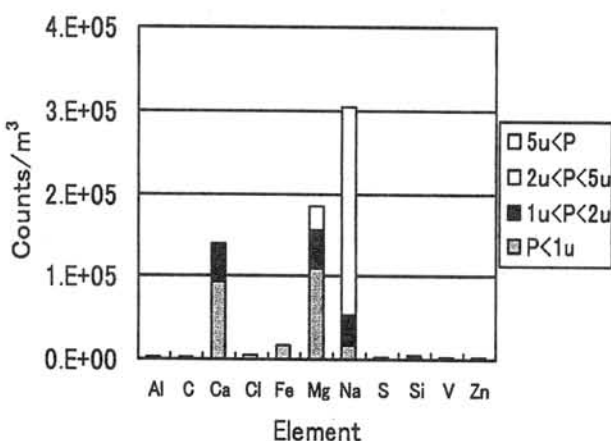


Fig.1 各元素の粒径分布 (4月6日)

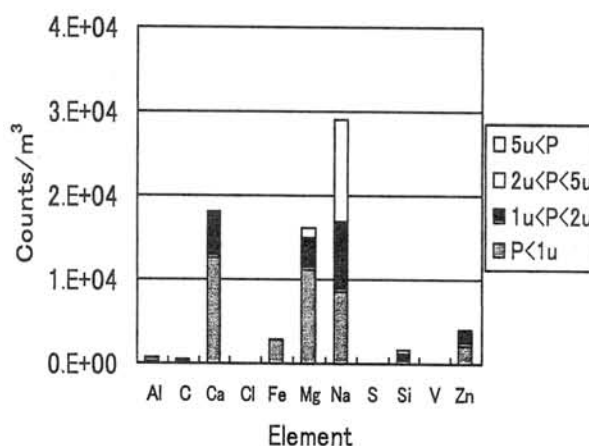


Fig.2 各元素の粒径分布 (5月30日)

南極での海塩成分組成分別過程：季節変化と分布

原圭一郎¹、長田和雄²、矢吹正教³、橋田 元⁴、西田千春⁵、山内 恭⁴、林 政彦¹

1:福岡大・理、2:名大院・環境学、3:千葉大、4:極地研、5:名大

Sea salt fractionation in Antarctic region: Seasonal variation and distribution

K. Hara¹, K. Osada², M. Yabuki³, G. Hashida⁴, C. Nishita⁵, T. Yamanouchi⁴, M. Hayashi¹

1: Fukuoka Univ., 2: Nagoya Univ. Env., 3: Chiba Univ., 4: NIPR, 5: Nagoya Univ.

Abstract

Aerosol sampling was carried out at Syowa station in JARE 44-47 (2003-2007) as a part of aerosol measurement program. During the winter - spring (April - October), fractionated sea-salt particles were identified at Syowa. Fractionated sea-salt particles were found in all size range (even in $D_p < 0.2 \mu\text{m}$). This suggests that sea-salt particles in ultra-fine - coarse modes were released from surface of sea-ice and snow by wind blowing in addition to sea surface. Molar ratio of sea-salts (e.g., $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$) showed clear seasonal variation with higher ratio in winter -spring corresponding to lower air temperature and larger sea-ice extent, and lower in lower ratio in summer. As aerosol sampling in the summer was operated mostly in nighttime resulting from diurnal variation of surface wind from the continent at Syowa, lower ratio might be associated with transport of sea-salt particles from the inland area.

【はじめに】海塩粒子は対流圏エアロゾルの主成分の一つであり、雲凝結核としての機能、反応性ハロゲン種のソースなどの大気中の諸過程と大きく関連している。極域での海塩粒子は、海洋表面からだけではなく、海氷上の Brine、Salt flower、積雪からも大気中へ放出される。これまでの観測から、海水凍結などの低温過程による海塩成分が組成分別を起こしていることが指摘されており、海氷上での Mirabilite ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)形成が主に議論されていた[Wagenbach et al., 1998; Hara et al., 2004]。ここでは、海塩組成分別作用の季節変化と空間変化に関する知見を得るために行った南極昭和基地での越冬観測を基に報告する。

【観測と分析】エアロゾル試料の採取は、第 44～47 次南極観測地域観測隊(JARE44-47; 2003-2007)により、南極昭和基地で行われた。エアロゾルサンプリングには、2 段式の Mid-Volume Impactor (MVI)とバックアップフィルターを使用した。カットオフ径は、 $2.0 \mu\text{m}$ 、 $0.2 \mu\text{m}$ である。基地主要部からの汚染を防ぐため、ウィンドセクターを使用し、局所

汚染の影響のない卓越風向側からの風の時にのみ大気吸引をするようにサンプリング条件を設定した。試料は超純水で水溶性成分を抽出した後に、イオンクロマトグラフで各成分の定量を行った。

【結果と考察】Fig.1 に Na^+ と nss-SO_4^{2-} の散布図を示す。 nss-SO_4^{2-} は Na^+ を指標にして海水比を用いて算出した。JARE44-47 観測期間中の 4-10 月には、 Na^+ と nss-SO_4^{2-} の間には、負の相関が得られ、傾きはこれまでの沿岸基地の観測とよく一致していた[e.g., Wagenbach et al., 1998; Hara et al., 2004]。この負の相関関係は、Mirabilite の形成に伴う Sulfate-Depletion に起因し、すべての粒径域で確認された。このことから、海氷・積雪から放出される組成分別した海塩粒子は、粗大粒子だけではなく、 $D_p < 0.2 \mu\text{m}$ までにも分布していることが示唆される。

Fig.2 に主要な海塩成分の濃度比の季節変化を示す。 $D_p < 0.2 \mu\text{m}$ の $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ を除き、晩春～夏季に対応する 11-2 月頃に各成分の比が減少し、気温が下がり海氷の広がりが最大になる季節に相当する頃の 7-9 月に成分比が高

くなる明瞭な季節変化を示していた。 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ 比も冬季に高めになる傾向は確認されたが、季節変化は Fig.2 のような明瞭な変化は得られなかった。Fig.2 で示した冬季の $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ などの濃度比増加は、Mirabilite 形成による Na^+ 消失だけでは K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} の濃縮過程の説明はつかないため、他の組成分別過程の存在が予想される。

夏季の Cl^-/Na^+ 比減少は、組成分別過程ではなく、夏季に増加する酸性成分 (SO_4^{2-} , CH_3SO_3^-)による Cl^- ロスによるのだろう。昭和基地では K^+ や Mg^{2+} は夏季に成分比が大きく減少していた。しかしながら、しらせや海鷹丸による 12-2 月に南極沿岸海域で観測された成分比は、いずれも海水比に近い比を示していた。さらに 11~1 月の天候は穏やかで、昭和基地では地吹雪となる様な状況はほとんどなかったことも考慮すると、夏季の濃度比減少に、洋上の海塩粒子や沿岸部の海水・積雪表面起源の海塩粒子の寄与は少ないようだ。昭和基地では、11-2 月頃にはカタバ風の日変化に伴って地上風速に日変化が見られ、大陸斜面を下降するカタバ風の影響が強くなる夜間~朝方に風が強くなり、日中に風が弱くなる。局所汚染の影響を取り除くため、サンプリング条件は風速が 2m/s 以上で卓越風向から吹いている時のみ吸引するサンプリング設定していた。そのため、実際のサンプリングは、内陸から吹き下ろすカタバ風の影響を強く受ける夜間に主に行われていた。以上を考慮すると、昭和基地で観測された夏季の濃度比減少は、内陸部から輸送される海塩粒子の比が大きく海水比から、大きくずれている可能性がある。今後の観測や室内実験から、内陸部での濃度比のずれや、その要因となる過程を検討していく必要がある。

References

- Wagenbach et al., JGR, 103, 10961-, 1998
Hara et al., JGR, doi:10.1029/2004JD004713, 2004.

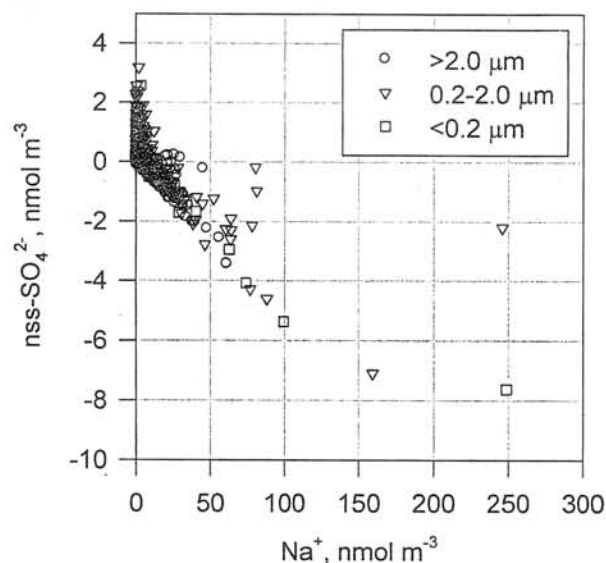


Figure 1. Relation between the concentrations of Na^+ and nss-SO_4^{2-} in aerosol particles at Syowa during JARE 44-47 (2003-2007).

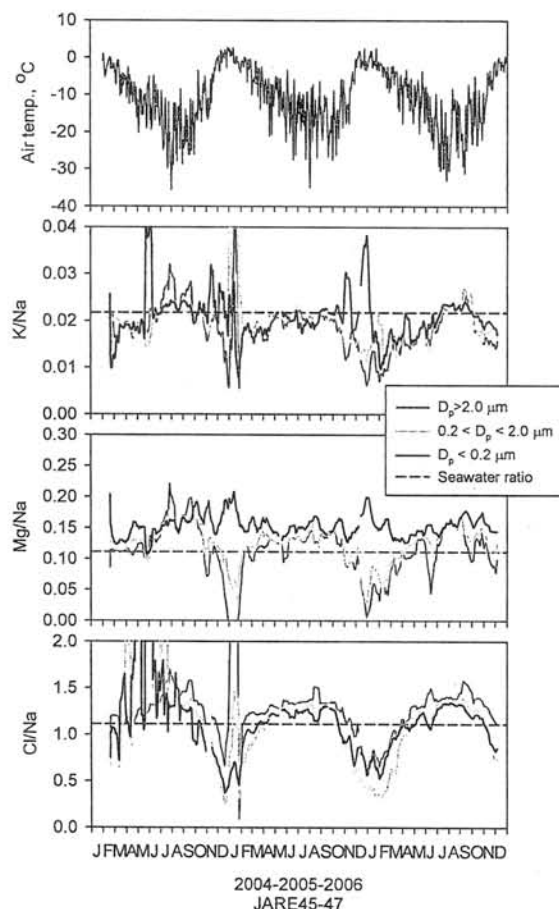


Figure 2. Variations of air temperature (daily mean) and molar ratio of K^+/Na^+ , $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$, and Cl^-/Na^+ (running mean of 5 samples, ca. 2 weeks) during JARE 45-47 (2004-2007).

南極冬季昇温域の推移と粒跡線の関係

山田 寛一、畑中 雅彦、佐藤之紀 (室蘭工業大学)
平沢尚彦、和田誠 (国立極地研究所)

Similarity between movement of Winter warming areas in Antarctica and Air parcel trajectories

Hirokazu Yamada, Masahiko Hatanaka, Yukinori Sato (Muroran Institute of Technology)
Naohiko Hirasawa, Makoto Wada (National Institute of Polar Research)

Using our warming-sign image in Antarctica based on 85GHz brightness temperature of DMSP SSM/I, we estimated winter warming areas. And we tried to compare the movement of winter warming areas with the air parcel trajectories.

はじめに

2007 年の極域気水圏シンポジウムでは、昇温域の重心の並進運動を求めることで、その推移を定量的に把握できることを報告した [1]。

今回、国立極地研究所によって開発とオンライン化が行われている粒跡線モデル [2] を利用し、昇温域の推移と上空大気の動きには関係があるのか検討したので報告する。

検討方法と結果

既存の warming-sign 画像に連結判定処理をほどこして、昇温域を抽出する [1]。2000 年 6 月初頭に発生した昇温現象のうち、図 1 にある 6 月 1 日～6 月 2 日、6 月 5 日～6 月 6 日の 2 つのケースについて、昇温域の推移と粒跡線の比較を行う。なお、図中の△印は昇温域の重心を表している。

粒跡線計算の使用データは NCEP/DOE Reanalysis、高度決定方向は等圧で、初期高度は 500hPa 高度とした。

ケース 1 (6 月 1 日～6 月 2 日)

図 2(左)より、6 月 1 日には沿岸部に 2 つの昇温域 (1,2) を確認できる。それぞれの昇温域の重心を起源とした、6 月 1 日 0 時～6 月 2 日 0 時にかけての空気塊の軌跡を調べ昇温域の推移と比較を行う。

図 3 より、6 月 1 日から 6 月 2 日にかけて昇温域は大きく変化しており、重心の推移から昇温域 (1) の暖気は北東方向へ、昇温域 (2) の暖気は東方向へ推移し一塊になった可能性が示唆される。

空気塊の軌跡を見ると、昇温域 (1) の空気塊は北東方向へ移動しており、その軌跡上および周辺には 6 月 2 日に存在する昇温域を確認できる。昇温域 (2) の空気塊は東方向へ移動しており、その行く末付近には 6 月 2 日に存在する昇温域を確認できる。

それぞれの昇温域の推移と空気塊の動きが一致しており、昇温域の動きと上空大気の動きには関係があることがわかる。

ケース 2 (6 月 5 日～6 月 5 日)

図 2(右)より、6 月 5 日には大陸内部に一塊の昇温域を確認できるが、これをさらに昇温が 15℃以上の 3 つの領域 (1,2,3) に分割する。それぞれの領域でランダムに取った 3 点を起源とした、6 月 5 日 0 時～6 月 6 日 0 時にかけての空気塊の軌跡を調べ、昇温域の推移と比較を行う。

図 4 より、6 月 5 日から 6 月 6 日にかけて昇温域が変化しており、重心の推移から暖気は南東方向へ推移した可能性が示唆される。

図 4(上)より、領域 (2) の空気塊は南東方向へ移動しており、その行く末付近には 6 月 6 日に確認できる昇温域の中でも、昇温が 20℃以上の高い領

域を確認できる。

昇温域の推移と領域(2)の空気塊の動きが一致していることが分かる。しかし、図4(上)より、領域(1)の空気塊は北西方向へ、図4(下)より、領域(3)の空気塊は東方向へ移動しており、重心の推移と一致しない。このことから、昇温域の推移と上空大気の動きが必ずしも一致するわけではないことがわかる。

また、空気塊の動きに領域間で共通性が見られないことから、昇温域の推移を考える際、たとえ一塊の昇温域でも昇温の度合いなどによりさらに分割して考える必要があるという可能性があり、今後さらに検討していく必要がある。

参考文献

- [1] 山田寛一, 畑中雅彦: DMSP 85GHz 輝度温度データを利用した冬期昇温域の追跡, 第30回極域気水圏シンポジウム, pp.66-67(2007)
- [2] 富川喜弘 他: 国立極地研究所粒跡線モデル(NITRAM)、および気象データ表示システムの紹介, 第30回極域気水圏シンポジウム, pp.72(2007)

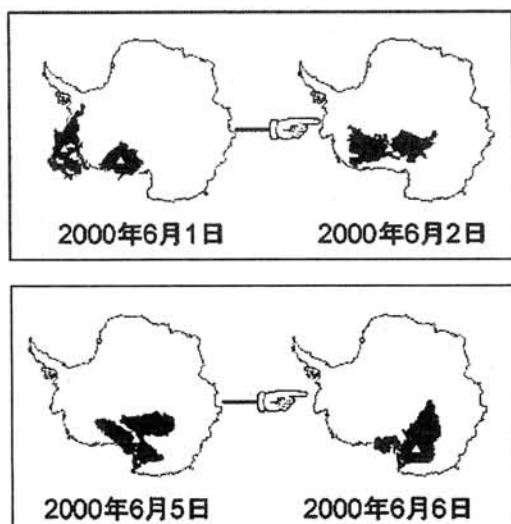


図1: 粒跡線との比較を行う昇温域の2つのケース

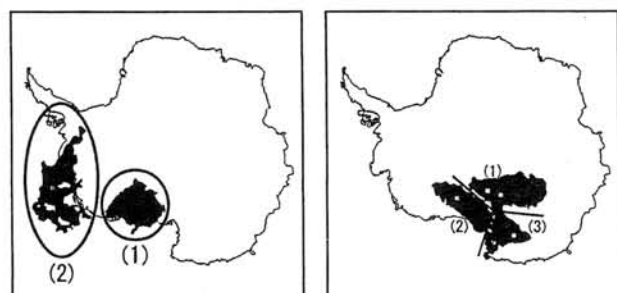


図2: 6月1日の昇温域(左)と6月5日の昇温域(左)

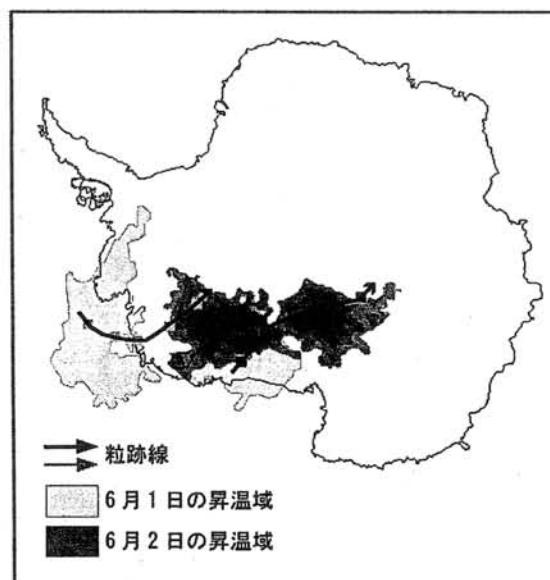


図3: 昇温域と粒跡線の比較(6月1日～6月2日)

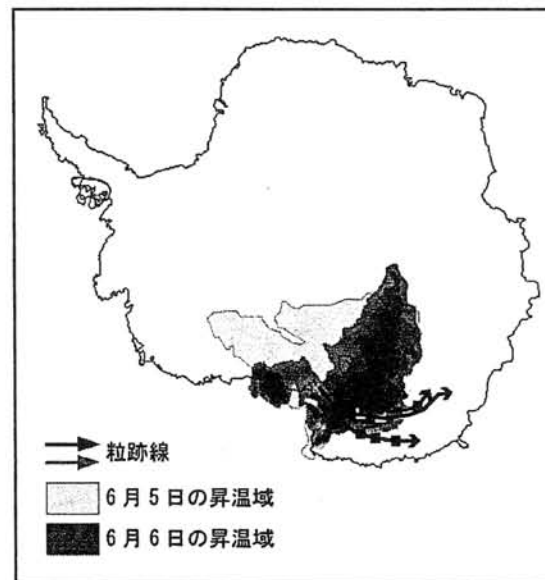
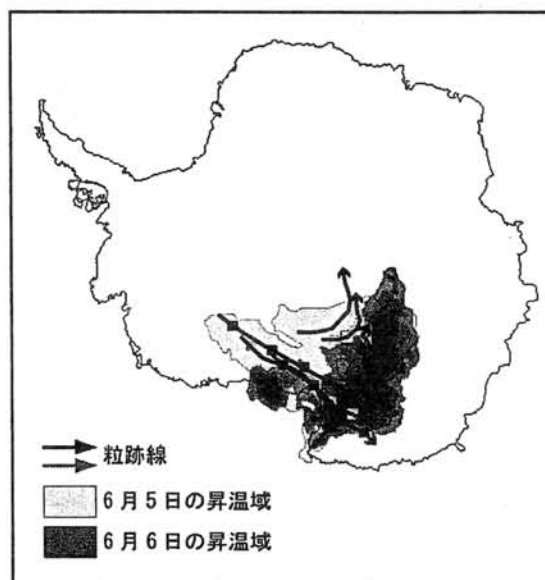


図4: 昇温域と粒跡線の比較(6月5日～6月6日)

冬季のドームふじ基地の地上気象の変動と 南極域の総観規模擾乱の関わり

平沢尚彦 (極地研)

Variation in surface weather at Dome Fuji station in winter and the relationship with Antarctic synoptic-disturbances

Naohiko Hirasawa (National Institute of Polar Research)

The atmosphere over Antarctic interior is usually separated from the outside by circumpolar tight potential vorticity gradients, where surface transient eddies are embedded. At the Dome Fuji station (77S, 40E) on the topographically main ridge of the East Antarctic ice sheet, an intensive meteorological observation were carried out in 1997. During the wintertime surface air temperature episodically increased with overcast of thick clouds. These events were associated with high pressure systems which formed over the ice sheet, breaking the polar vortex. This study describes the weather conditions of the episodic events with remarkable increment in surface temperature and cloudiness at Dome Fuji station in winter of 1997 by using of the surface meteorological data and the meteorological sonde data. And the features in synoptic circulation fields will be examined in the viewpoint of warm and moist air advection from the outside to the Antarctic interior.

1. はじめに

日本南極地域観測隊 (JARE) によるドームふじ基地 (77S, 40E) における氷床深層コア掘削は、1995 年から 1997 年の 3 年間の越冬活動で進められた。その中で 1997 年には気象強化観測がおこなわれた。

冬季南極域の対流圏中・上層では極渦が卓越し、ドームふじ基地の位置する東南極は全般に低圧域内にある。しかし、日々の気温の変動は夏季よりもむしろ冬季に大きい。Hirasawa et al. (2000) は、1997 年 6 月に発生したブロッキング時に、極渦を変形させて南極氷床上に形成した高気圧に伴う地衡風によって、ドームふじ基地付近まで暖湿大気が流れ込んだことを示した。このとき、普段ほとんどないほどの厚い雲が全天を覆った。

本研究では、1997 年 4 月から 10 月の極夜を含む冬季について、ドームふじ基地の地上気温に顕著な上昇が観測されたケースを抽出し、そのイベント時の地上気象と気象ゾンデによる大気の特徴を記述する。そして、客観解析データにより、その変動にかかわった総観規模大気循環場、とりわけ高気圧システムの特徴を明らかに

にする。

2. ドームふじ基地における warm event

ドームふじ基地の地上気温に 24 時間移動平均を施した気温 (SAT-24hr とする) の時系列を図 1 に示す。地上気温には 10℃以上の昇温・降温の変動が頻繁に起こっていることが分かる。2 本の滑らかな線のうち気温の低い方は 30 日移動平均 (SAT-30day)、高い方は SAT-30day に対する SAT-24hr の標準偏差約 5.9℃を加えた (SAT-30day σ) 時系列である。SAT-24hr が SAT-30day σ を越えたイベントを warm event (W-event) として抽出した。

各 W-event は図 1 に W として記載し、表 1 にその特徴をまとめる。W-event は冬季の 7 ヶ月 (214 日) 間に 18 ケースあった。4 月早々に現れる最初の W-event はその始まりを定義できないためここでは扱わず、17 ケースを解析の対象とする。

W-event の出現時期に明瞭な季節性はない。継続時間が最も長いイベントは 7 月 24 日 3UT ~ 30 日 0UT の 141 時間、短いイベントは 5 月

22日3UT~23日6UTの27時間であった。継続期間が96時間(4日)を越える長期イベントは5回あり、6月、7月及び10月であった。4月にも比較的長いイベントが現れた。気温偏差が標準偏差の2倍を越えるケースは4回であり、それらすべては継続時間が90時間を越える比較的長期間継続するイベントであった。

3. W-eventに関連する総観規模システムと地上気象の時間変動の関係

表1に500hPa高度場の解析から、2種の高気圧システム(高気圧リッジ及びセル状高気圧と呼ぶ。図2に例を示す。)及びそれらの複合型があることが分かった。高気圧リッジはAtlantic sideから伸びてきたもの(Atlanticとして表記)が2ケース、0-30Eの間(同15E)が3ケース、30E-60Eの間(同45E)が7ケース、60E-90E(同75E)が3ケース、

Australian sideから伸びるもの(同Australian)が2ケース、セル状高気圧は6ケースであった。セル状高気圧はすべて高気圧リッジからの遷移により作られ、そのうち4つのケース(W7, W9, W11, W18)でW-event中に遷移が起こった。また、W10については、Atlanticから15E、45Eへとリッジの位置が移動した。継続時間の長かった5ケースのうちの4ケースは、高気圧リッジからセル状高気圧へ(W7, W9, W18)、或いは高気圧リッジの移動と入れ替わり(W10)を伴うそれぞれの遷移期間全体がW-eventにかかわったケースであった。

ポスター講演では、高気圧リッジ、セル状高気圧、複数の遷移を伴うパターンについて、W-eventの地上気象の時間変化と総観規模大気循環との関わりを議論する。

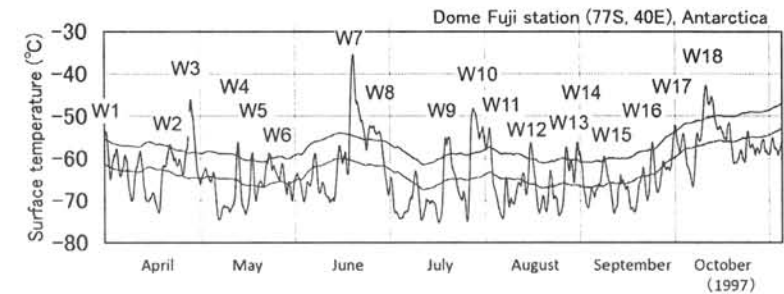


図1 1997年4月から10月の地上気温の時系列とW-event。

表1 各W-eventの特徴。

Label of W-event	Term *1	Duration (hours)	T. dev. *2 (°C)	Temperature *3 (°C)	Cloud amount *4
W2	21UT 17 - 15UT 21 April	90	6.4	-56.9	10
W3	9UT 25 - 6UT 29 April	93	18.4	-52.2	10
W4	3UT 10 - 21UT 12 May	66	8.9	-57.1	10
W5	0UT 15 - 9UT 17 May	57	7.7	-59.2	0
W6	3UT 22 - 6UT 23 May	27	7.2	-59.3	10
W7	18UT 16 - 6UT 22 June	132	25.1	-46.4	10
W8	○ 18UT 22 - 3UT 27 June	105	9.3	-53.5	10-
W9	3UT 15 - 3UT 19 July	96	10.1	-56.0	10
W10	3UT 24 - 0UT 30 July	141	16.4	-52.6	10
W11	○ 6UT 30 - 15UT 31 July	30	10.4	-54.9	10
W12	15UT 11 - 18UT 13 August	51	9.8	-57.6	10
W13	9UT 22 - 0UT 25 August	63	8.8	-58.4	10
W14	○ 21UT 26 - 3UT 29 August	54	10.2	-58.2	10
W15	3UT 4 - 21UT 5 September	42	6.9	-59.9	10-
W16	6UT 19 - 3UT 21 September	45	7.6	-56.7	10
W17	3UT 26 - 3UT 28 September	48	7.5	-52.5	10
W18	18UT 5 - 9UT 10 October	111	13.7	-46.0	10
April - October 1997の平均				-63.1	2.4

*1: 先行するW-eventの終了後に2日以内に発現したケースを○で示す。
*2: SAT-24hrとSAT-30dayの気温差の最大値。
*3: W-event期間中の地上気温の平均値。
*4: W-event期間中の雲量の最大値(10分比)。全天雲で光学的に薄い場合には10-
*5: W-event期間中の地上気圧の平均値。
*6: 高気圧システムのタイプ及び位置に関する記載。

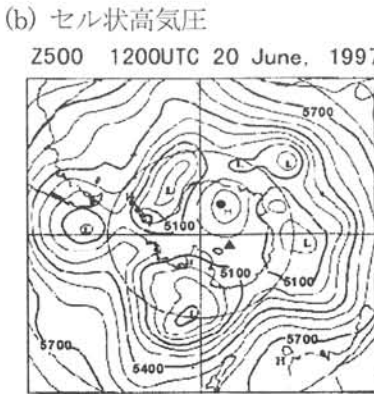
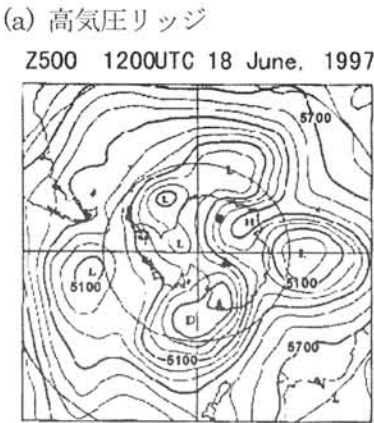


図2 高気圧システムの例。

皆既日食が地上付近の大気および積雪におよぼす影響

— 2003 年 11 月 23 日ドームふじでの観測結果 —

亀田貴雄(北見工大), 藤田耕史(名古屋大学), 杉田興正(気象庁), 平沢尚彦(国立極地研), 高橋修平(北見工大)

Meteorological effects of the total solar eclipse of 23 November 2003 observed in a cloudless condition at Dome Fuji Station, East Antarctic ice sheet

T. Kameda (Kitami Institute of Technology), K. Fujita(Nagoya Univ.), O. Sugita (JMA), N. Hirasawa (NIPR) and S. Takahashi (KIT)

A total solar eclipse began at midnight on 23 November 2003 at Dome Fuji Station ($77^{\circ}19'01''$ S, $39^{\circ}42'11''$ E; 3810 m a.s.l.), located at the highest point of Dronning Maud Land, East Antarctica. The eclipse lasted 1 h 41 min, during which the Sun was completely obscured for 1 min 43 s. This was the first eclipse to be observed meteorologically from the inland plateau of the Antarctic ice sheet. During the eclipse, the air temperature 1.5 m above the snow surface and subsurface (0.05m in depth) snow temperature decreased by 3.0 ± 0.3 K and 1.8 ± 0.1 K, respectively. Estimated surface snow temperatures decreased by 4.6 K. Atmospheric pressure and wind direction did not change, but the wind speed decreased slightly by 0.3 m s^{-1} ; however, natural variation in wind speed before and after the eclipse made it difficult to identify a true effect of the solar eclipse on wind speed. Energy budget at the surface snow during the eclipse were investigated. However, there are unexplained residual terms (average 6.0 W m^{-2}) in energy budget calculation; we only briefly describe the variations of each energy components. The total loss of global solar radiation during the eclipse was 0.62 MJ m^{-2} , equaling 1.7 % of the total daily global solar radiation. Regional effects of the eclipse on air temperature (0.5 m and 1.5 m in height) and snow temperature (surface and subsurface) during 1h59min event of the eclipse ranged from 0.013 to $0.020 \text{ K (W m}^{-2})^{-1}$.

1. はじめに

2003 年 11 月 23 日 22:18 から 23:59(UTC, 現地の時刻では 24 日 1:18 から 2:59 に相当, 以下現地時刻で記述する)に南極ドームふじ基地($77^{\circ} 19' 01''$ S, $39^{\circ} 42' 11''$ E; 3810m a.s.l.)において、皆既日食が雲量 0 の状態で観測された。ここでは、この皆既日食前後での気象要素(短波長放射, 長波長放射, 気温, 雪温, 気圧, 風向, 風速)の変化の特徴を報告する。

2. 現地の状況

皆既日食の状況を図 1 に示す。皆既食中の太陽の下は本影錐と呼ばれる月の影のため太陽の左右約 20 度は暗くなっていたが、それ以外は水平線から約 5 度の高さまで明るい帯が我々を取り囲むように存在していた。また、皆既日食中は金星や水星などの明るい星を見ることができた。

3. 観測結果

図 2 に気象要素の測定結果を示す(放射観測の結果は雪面に入る向きを正とした)。4本の縦線で日食の状況を示した(第1接触: 1:18:47, 第2接触: 2:07:32, 第3接触: 2:09:15, 第4接触: 2:59)。下向き短波放射(全天日射, $R_{s\downarrow}$)は日食の進行とともに減少し、皆既食中は 0 を示した。現地では短波と長波、それぞれで下向き、上向きの測定を実施したが、短波の上向きのデータに不自然さがあるので、ここでは Yamanouchi(1983)を参考にし、アルベド 0.85 で短波の上向き成分を推定した。



図1 日食時の状況

日食開始前にはほぼ均衡していた放射収支(R_N)は日食の進行とともに減少した。雪面から 1.5m 高で測定した気温($T_{a(1.5)}$)は、1:22 付近から徐々に低下し始め、太陽が 59%隠れた 1:47 から低下速度が早まり、2:39 に最低気温(-54.0°C)を観測した。最大気温低下量は 2.4K であり、全天日射量の極小値から 31 分遅れであった。表面雪温(T_s)は表面積雪の射出率を 1.0 と仮定して上向き長波放射から計算したが、最大 4.6K の低下が観測された。

気圧と風向(10m 高)では大きな変化は見られなかった。風速(10m 高)は第3接触から第4接触中に約 0.3m/s ほど低下しているように見える。ただし、日食前後の風速変動のために、これが日食の直接の影響かどうかは不明である。

図 3 に気温および雪温の鉛直分布の変化を示す。1)日食が進行するにつれて 0.29m 深よりも浅い雪温が低下すること、2)皆既日食が終了し全天日射量がもとに戻り始めると、表面付近の雪温は上昇することがわかる。この雪温変化のために、大気からは顕熱輸送、積雪内部から伝導熱輸送が起こった。

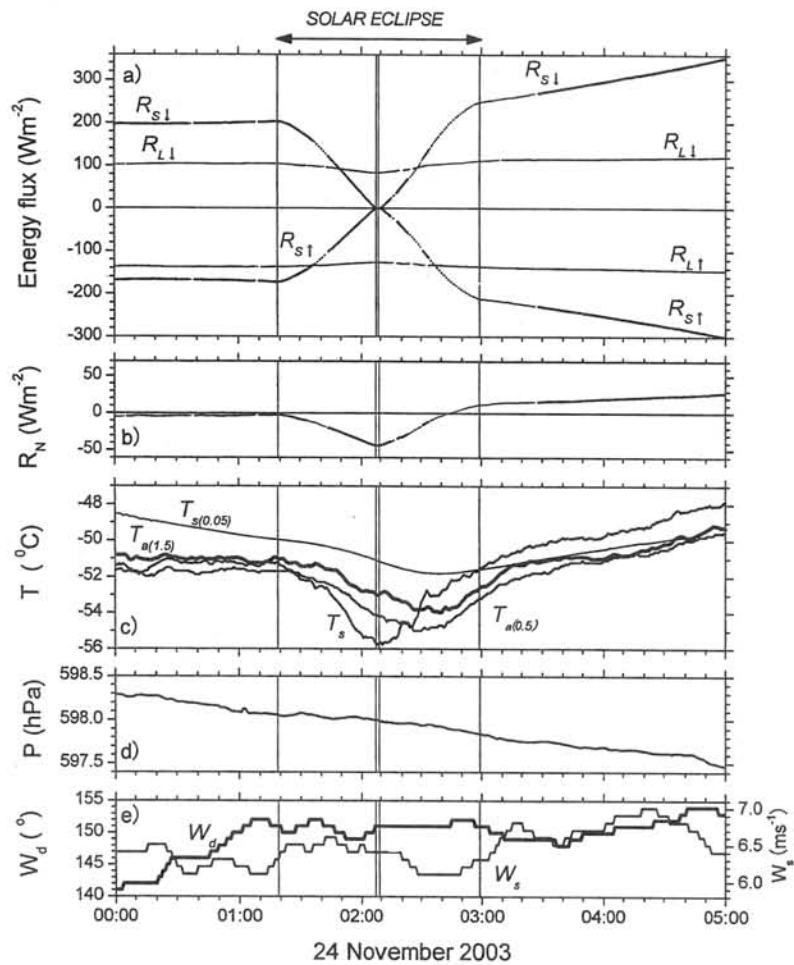


図2 日食前後における気象要素の変動(0:00~5:00)

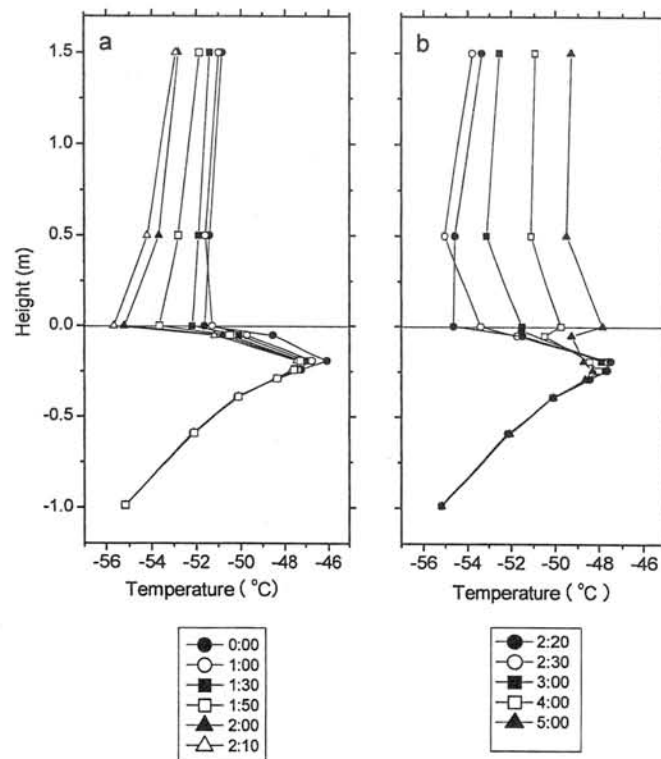


図3 気温および雪温の変動(0:00~5:00)

NOAA / HRPT データを用いた南極逆転層に発生する雲の検知

久慈 誠 (奈良女子大)、菊地 信行 (国立環境研究所)、内山 明博 (気象研究所)、平沢 尚彦、山内 恭 (国立極地研究所)

Detection of cloud with an inversion layer over Antarctica using NOAA / HRPT data

Makoto Kuji (Nara Women's University), Kikuchi Nobuyuki (National Institute for Environmental Studies), Uchiyama Akihiro (Meteorological Research Institute), Naohiko Hirasawa, Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)

Cloud and water vapor play crucial roles in earth radiation budget as well as water circulation. Satellite remote sensing data provide us a variety of information on cloud and water vapor. It is particularly feasible to use polar orbiter data for studies on polar regions.

We investigated cloud properties over Antarctica during a nighttime using NOAA / HRPT data, including AVHRR and TOVS, archived in National Institute of Polar Research. At first, we analyzed AVHRR thermal infrared split-window data, and found that a spatial coherence approach provided us a horizontal cloud inhomogeneity. But there still existed difficulty to detect a cloud system around an inversion layer, which was suggested with a downward radiation observation at a surface. We further analyzed TOVS / HIRS-2 carbon dioxide absorbing infrared data, and found that the sounding observation from space had a potential to detect the cloud system which was not detected with AVHRR clearly.

In this study, we tentatively developed pseudo CO₂ Slicing method based on CO₂ Slicing method, commonly used to retrieve cloud altitude for lower latitudes, and applied it to the same region as the AVHRR analysis. As a result, we obtained cloudy features more clearly. We already made a radiative transfer simulation to explain the result well even with a simple model. We will further investigate the utility of the detection method with radiative transfer simulations based on the in situ observation such as radiosonde sounding, and discuss a consistency with the surface radiative flux observation.

地球の気候において雲・水蒸気が果たす役割は、放射エネルギー収支のみならず、水・エネルギー循環においても重要である。ここで、雲・水蒸気は時空間変動が大きいので、人工衛星による高頻度の観測が有効である。特に、高緯度帯では、NOAA 等の極軌道衛星が最適である。

本研究では、南極域におけるリモートセンシングデータを用いて、雲・水蒸気の変動を導出することを目指して、HRPT データの解析を行ってきた。その結果、TOVS の二酸化炭素吸収帯チャンネルが、従来の AVHRR データ解析からは得られない情報を提供する可能性があることが判った(久慈他 2005 国立極地研究所共同研究報告書)。

それによると、これまでに開発した、いわゆる疑似 CO₂ Slicing 法は、従来のスプリットウィンドウ法では困難であった雲システムを検知している可能性が示された。そこで今回は、放射伝達シミュレーションを行う事により、この手法で推定された雲が、いわゆる極夜域に逆転層付近に発生するものであるかどうかについて、さらに詳細な検討を加える。

近年の北半球積雪面積の変動傾向

堀 雅裕 (宇宙航空研究開発機構)

Declining snow cover in the Northern Hemisphere

Masahiro Hori (JAXA)

In this study recent trend of snow cover extent in the Northern Hemisphere were derived from polar-orbiting satellite data acquired during 2000 to 2008. Time series of the derived snow extent shows a rapid declining trend in this decade. Also, the temporal variation of the snow cover extent is highly correlated with that of the Arctic Oscillation Index.

1. はじめに

近年北極域では、地球温暖化の進行によるものと考えられる顕著な気温上昇や海氷面積の減少傾向が観測されている (IPCC/AR4, 2007). 積雪面積についても、NOAA/AVHRR データを用いた解析結果から、70 年代後半以降、緩やかながら減少傾向が認められることが報告されている (Brown & Armstrong, 2008). 積雪域の変動は、北半球陸面のアルベドや顕熱・潜熱フラックスの変動をもたらし、北極域の気候形成に重大な影響を及ぼすとともに、融雪時期の河川流量等を通して流域の水循環にも多大な影響を及ぼしていると考えられる. 本研究では、北半球積雪域の最近の面積変動について調査するために、NASA の MODIS データを用いて積雪面積の抽出ならびに他の関連データセットとの比較を行った.

2. 衛星データと解析方法

入力データには、2000–2008 年に取得された NASA の TERRA/MODIS の 5km 間引き校正済み大気上端放射輝度 (MOD02SSH) の 1 日毎の全球データを使用した. 積雪域を抽出するための手順は、(1) 閾値法により毎日の衛星画像から曇天域と晴天域の判別を行い、(2) 雲域除去のため、一定の観測期間毎に晴天域のみの画像を残して反射率・輝度温度値の平均化を行い、(3) 得られた晴天域画像の分光情報から積雪域の抽出を行った. 雲域除去に必要な観測日数は、ADEOS-II/GLI での処理実績から 16 日間とした (Hori et al., 2007). その他の参照データとして、NOAA の Climate Prediction Center より北極振動指数 (AO Index) の値を、また、JAXA の AMSR-E 標準プロダクトとして北半球の積雪深の値を利用した.

3. 結果と考察

図 1 に、MODIS データの解析により 16 日間毎に算出された 2000 年以降の北半球積雪面積 (上段)、偏差 (中段) および CPC の AO Index の月平均値 (下段) を示す. 北半球の積雪面積は、AO Index とは逆相関の変動傾向を示している. また、偏差から見積もった 2000 年以降の積雪面積の減少速度は、 $-86 \text{ 万 km}^2/10 \text{ 年}$ で、これは Brown & Armstrong (2008) の見積り (約 $-50 \text{ 万 km}^2/10 \text{ 年}$) よりも大きく、北極海氷の縮小傾向と同様、積雪面積の減少も近年加速されていることを示唆している.

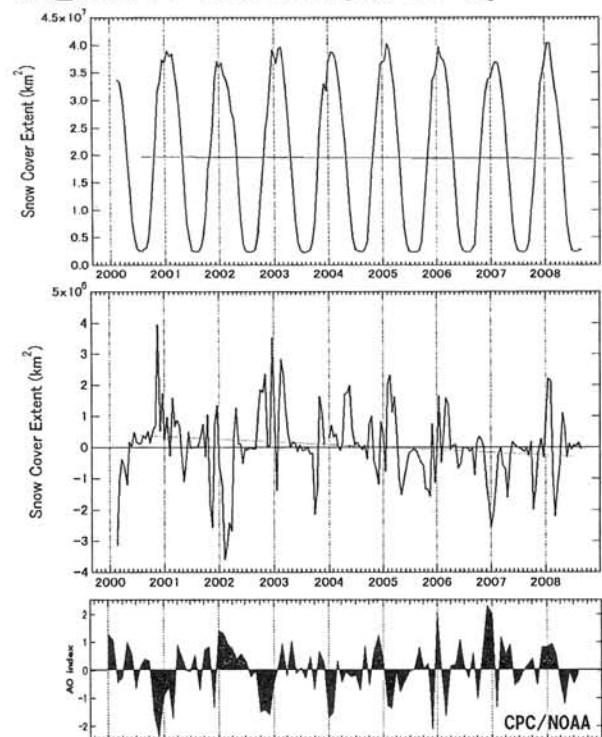


図 1. 2000–2008 年の北半球積雪面積の時系列変動 (上段)、上記期間の積雪面積偏差 (中段)、および CPC の北極振動指数の月平均値 (下段)

グリーンランド沿岸域及び北半球 5 地点の夏季気温の特徴 － 連続ウェーブレット変換を用いた解析の試み －

白川龍生, 亀田貴雄 (北見工業大学 社会環境工学科)

Characteristics of summer temperatures in the coastal area of Greenland and five cities in Northern Hemisphere by Continuous Wavelet Transform method

Tatsuo Shirakawa and Takao Kameda

(Department of Civil and Environmental Engineering, Kitami Institute of Technology)

In this paper, we applied Continuous Wavelet Transform (CWT) method for summer temperature data measured at 5 towns of the coastal area of Greenland (Egedesminde, Ilulissat, Ivittuut, Narsarsuaq and Tasiilaq) and 5 cities of the Northern Hemisphere (Oslo, Greenwich, Paris, Tokyo and Abashiri), and studied the characteristic of the data. Furthermore, we compared the summer temperature of each place with estimated summer temperature at Ilulissat using Site-J core by Kameda *et al.*(1995). As a result, the contour line pattern of a wavelet coefficient expressed in time-frequency domain simultaneously detected the climatic pattern of summer temperatures in these sites. We suggest that the data analysis by CWT method will be a useful tool for climatic research.

1. はじめに

Kameda *et al.* (1995)は, グリーンランド氷床の季節的融解域 (Percolation zone) の Site-J (66°51.9'W, 46°15.9'W, 2030m a.s.l.) で掘削された 206.6m コアに含まれている融解再凍結氷 (melt features)の分布を調べ, AD1550 から 1989 までのグリーンランド西岸での夏の気温を推定した. 本研究では, グリーンランド沿岸域 5 地点並びに北半球 5 地点における夏季平均気温の特徴及び上記推定気温との関係について報告する. なお解析に用いた連続ウェーブレット変換とは, 局所化された関数から作られる相似関数系を基底に時間一周波数の局所同時分解が可能であり, 主としてデータの周期性分析に用いられる手法である.

2. データおよび解析方法

使用データは, (1) Cappelen *et al.* (2007)で報告されたグリーンランド沿岸域の月平均気温 (Egedesminde, Ilulissat, Ivittuut, Narsarsuaq 及び Tasiilaq), (2) NOAA がまとめている Global Historical Climatology Network (GHCN-Monthly) の月平均気温データ (Oslo, Greenwich, Paris, Tokyo 及び Abashiri), (3) Kameda *et al.* (1995) が Site-J 氷床コアから推定した Ilulissat の夏季気温, ならびに Lean (2000) による太陽放射量

推定データ (単位: W/m^2) である.

分析手順としては, 各入力データから直流成分を除去し, Morlet $N=5$ の基底関数を用いた連続ウェーブレット変換を行った. 変換式を以下に示す.

$$W(b,a) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \cdot f(t) dt \quad (1)$$

ここに,

$W(b,a)$: ウェーブレット係数

(a:スケール, b:トランスレート)

$\psi(t)$: ウェーブレット基底関数

なお, 連続ウェーブレット変換に適した基底関数としては, Mexican Hat, DGauss, Morlet など数多く提案されているが, 本研究ではこのうち時間一周波数局在性に優れるとされる Morlet $N=5$ を用いた.

3. 結果と考察

各地点における 6 月から 8 月の夏期平均気温 (JJA) を図-1 に示す. グリーンランド沿岸域における夏季平均気温は, 西南に位置する Ivittuut が約 $9^{\circ}C$, 他の 4 地点では $6^{\circ}C$ 近傍で推移している. 北半球 5 地点については, Tokyo が約 $24^{\circ}C$, その他の 4 地点は $18 \sim 19^{\circ}C$ 程度である.

夏季平均気温について連続ウェーブレット

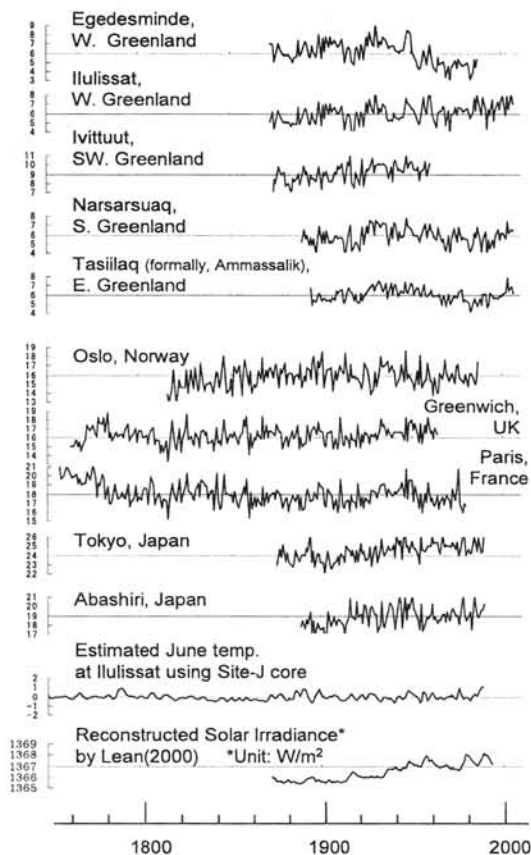


図-1 各地点における夏期平均気温 (JJA)

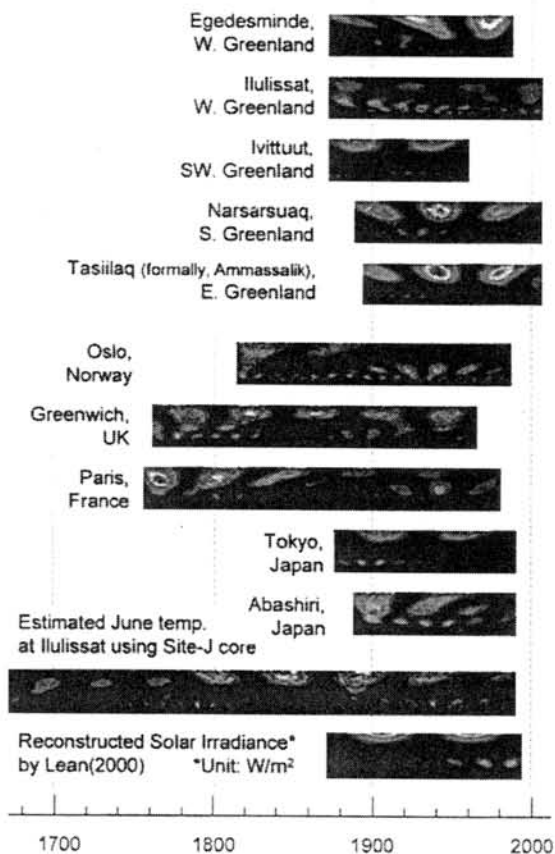


図-2 連続ウェーブレット変換結果

変換を適用した結果を図-2に示す。図中、横軸は時間(年)、縦軸は周期(最小値は2年、最大値は80年)を示す。コントラストはデータと基底関数との相関をパワー(2乗)で示したものであり、白色の比率が高い部分はその周期成分が卓越して存在していることを示す。なおコントラストについては、各データの振幅量に応じた相対評価基準とした。

図-1のグリーンランド沿岸域の時系列データに見られる40年以上の周期(長周期とする)及び15~30年の卓越周期は、図-2の連続ウェーブレット変換結果にも表れており、各地点の等高線パターンには相互に類似性が見られる。北半球各地の結果と対照すると、Greenwich, Tokyo及びAbashiriにはグリーンランド各地と同様、長周期で構成される等高線パターンが見られる。一方、Oslo, Paris及びAbashiriについては、Ilulissatに見られた15~30年の卓越周期パターンが生じている。

また、Site-J氷床コアからの推定気温はIlulissatの6月の気温を推定したものであるが、

各地における実気温と比較すると位相のずれは生じているものの、パターンについては同様に長周期に加え15~30年卓越周期が見られる。このことは、グリーンランド各地に共通の特徴が現れている。なお、太陽放射量の変換結果についても長周期及び15~30年卓越周期傾向が現れており、今回調べた10地点の夏季気温との類似性がある。

引用文献

- Cappelen, J. *et al.* (2007): DMI monthly climate data collection 1768-2006, Denmark, the Feroe Islands and Greenland. *DMI Technical Report*, 07-06, 53pp.
- Kameda, T. *et al.* (1995): Melt features in ice cores from Site J, Southern Greenland: some implications for summer climate since AD 1550. *Ann. Glaciol.*, **21**, 51-58.
- Lean (2000): Evolution of Sun's spectral irradiance since the Maunder Minimum. *Geophys. Res. Lett.*, **27**(16), 2425-2428.

東シベリア No.31 氷河周辺の水蒸気収支解析

遊馬芳雄（琉球大学）、高橋修平（北見工業大学）

Vapor Budget Analysis around No.31 Glacier in the Eastern Siberia

Yoshio Asuma(University of the Ryukyus), Shuhei Takahashi(Kitami Institute of Technology)

To investigate the behavior glacier growth and its atmospheric contribution, observational data which were measured at the foot of No.31 glacier in the eastern Siberia were compared with objectively analyzed data (NCEPFNL). The observational elements were snow depth, air temperature and winds. Moisture budget analysis was also conducted. The time variations of observed snow depth and amount of the moisture budget (P-E) qualitatively agreed well each another. Larger amount of solid precipitation were observed in autumn and spring. During the winter, air temperature was too cold to contain the vapor in the air. The amount of precipitable water was too small and the sea level pressure becomes higher. P-E indicates small magnitude of negative values. Therefore, No.31 glacier would not grow up during the mid-winter. The low pressure activities near the glacier were small during the mid-winter. The No.31 glacier in eastern Siberia would grow up in the autumn and spring when the local lows more frequently approach. Most of the vapor source would be the Sea of Okhotsk (or Pacific Ocean).

1. はじめに

雪氷圏と気候変動の関連性を調べるためには、大気と雪氷圏の相互作用を理解する必要がある。氷河の涵養には周囲の水蒸気収支や水蒸気輸送経路、低気圧活動等の気象現象を理解しておく必要がある。その一例として、2004 年夏季から 2005 年夏季までの 1 年間にオホーツク海に近い東シベリア・オイミヤコン近くの No.31 氷河上での積雪深や気象観測データ(杉浦幸之助等, 2008)と、NCEP 客観再解析データ(NCEPFNL)での No.31 氷河の水蒸気収支解析や水蒸気フラックスを比較し、周囲の低気圧活動などを調べた。

2. 解析データ

本解析に用いた積雪深や気象観測データは東シベリア・オイミヤコン近くの No.31 氷河上で得られた観測データである(杉浦幸之助等, 2008)。観測点は、北緯 62 度 28.5 分、東経 140 度 48.6 分、標高 2050m の地点である。このデータは 2004 年 8 月から 2005 年 8 月まで氷河上に立てた雪尺を写真撮影することで積雪深変動を観測し、また、気温、風向・風速の現地観測データである。その現地観測データと比較解析するために、緯度・経度 1 度格子の NCEP 客観再解析データを使って水蒸気収支や輸送、周囲領域での低気圧活動等を調べた。降水量(P)から蒸発量(E)を引き算した水蒸気収支量(P-E)は q を水蒸気比湿、 \mathbf{v} を風ベクトル、 g を重力加速度、 p_b を地表面気圧、 p_t を 300hPa とすると、次式で得ることが出来る。

$$P - E = -\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{g} \int_{p_t}^{p_b} q dp \right) - \frac{1}{g} \int_{p_t}^{p_b} \nabla(q\mathbf{v}) dp$$

3. 解析結果

図 1 に No.31 氷河上で現地観測された積雪深、NCEPFNL データからの P-E、鉛直積算水蒸気フラックスとその進入方向、可降水量、地上気温、海面気圧を示した。比較に用いた NCEPFNL データは観測点に最も近いデータ格子点(北緯 63 度、東経 141 度)での解析値を用いた。積雪深は 2004 年 11 月 23 日から 2005 年 2 月 23 日までは写真から雪尺目盛りが読みとれなかったため欠測となった。P-E の大きな正の値が解析されているのは、夏から晩秋と初夏から夏であり、その期間に積雪深増加が認められる。11 月から 3 月までの冬季間は P-E は負の小さな値が解析されている。冬季間の積雪深は欠測となっているがこの間の積雪量変化は少なかったと考えられる。定性的ではあるが両者はよく一致している。晩秋の水蒸気フラックスは南西と北西の間から進入しており、初夏は南と西の間から進入している。冬季間は

水蒸気フラックスも小さいが進入方向は東からであった。冬季間は気温が極端に低く可降水量が少なく海面気圧が高い傾向が見られた。また、No.31 氷河周辺の低気圧活動を調べた。図2には9月、2月、5月の低気圧経路を示した。気温が極端に低く正のP-Eがほとんど解析されない冬季には氷河周辺は弱い低気圧も含めてほとんど低気圧は通過していない。一方、正のP-Eや積雪深の増加が観測された秋から晩秋、初夏から夏にかけてはオホーツク海北部からNo.31 氷河周辺域に多くの低気圧の通過があったことが解析された。

4. まとめ

2004年8月から2005年8月まで東シベリア・オイミヤコン近くのNo.31 氷河上で現地観測された積雪深や気象観測データとNCEP 客観再解析データによる水蒸気収支(P-E)や水蒸気フラックス、低気圧活動などと比較解析した。定性的ではあるが氷河上で観測された積雪深変動と正のP-E出現変動とはよい一致が見られた。氷河周辺の冬季は極端に気温が下がり、可降水量も極端に少なくなり、正のP-Eもほとんど解析されない。正のP-Eが頻繁に解析され氷河上での積雪深増加も観測された秋から晩秋、初夏から夏にかけては氷河周辺や北部オホーツク海から氷河周辺域に多くの低気圧の通過が解析された。今後、他の氷河や氷床域でも同様な解析を進め、気象現象と連携した観測や解析を行い、極域変動の総合的理解を深める必要がある。

5. 参考文献

杉浦幸之助, 高橋修平, 亀田貴雄, 榎本浩之, Yuliy Kononov, Maria Ananicheva, 2008: 2004-2007 年寒極東シベリア山岳周辺地域における雪氷観測報告. 雪氷, 70, 499-506.

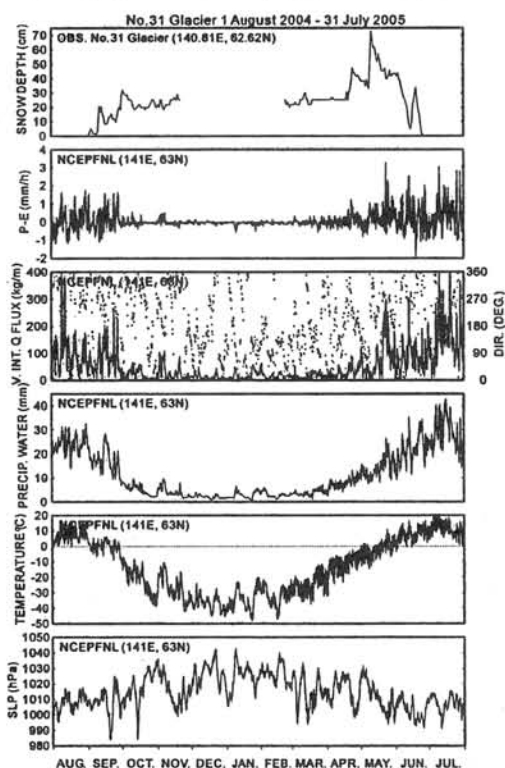


図1 東シベリアNo.31 氷河上で2004年8月から2005年7月に観測された積雪深変動と最も近い格子点でのNCEP-FNL再解析データからの解析値。1段目：現地観測された積雪深変動, 2段目：水蒸気収支量(P-E), 3段目：鉛直積算水蒸気フラックス, 4段目：可降水量, 5段目：地上2m気温, 6段目：海面気圧。

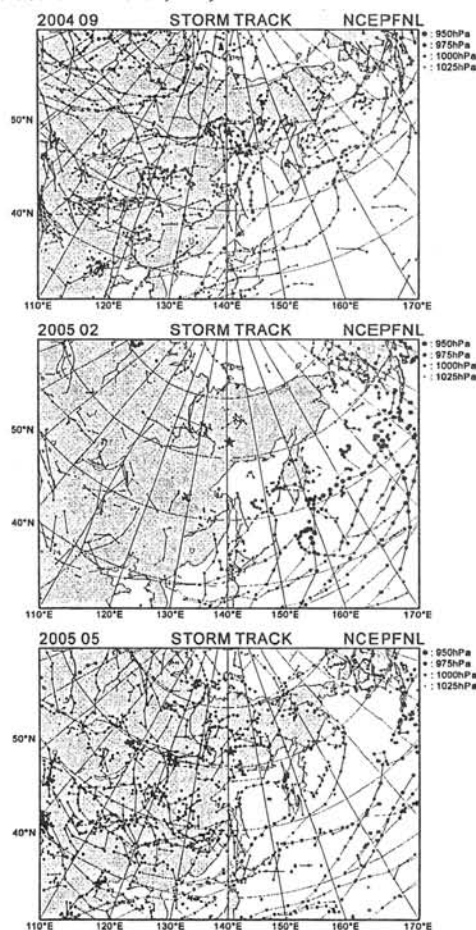


図2 2004年9月(1段目), 2005年2月(2段目), 2005年5月(3段目)の低気圧経路図。

昭和基地で観測された数分周期で現れる降雪雲について

小西啓之（大阪教育大学）、平沢尚彦（国立極地研究所）、和田誠（国立極地研究所）

Wavelike snowfall clouds at Syowa Station, Antarctica

Hiroyuki Konishi (Osaka Kyoiku Univ.), Naohiko Hirasawa (NIPR) and Makoto Wada (NIPR)

The appearance characteristic of the wavelike snowfall clouds which appear in a cycle of several minutes at Syowa station Antarctica was investigated by using the data of the vertical pointing radar observed in 1988 and 1989. Many wavelike clouds in low altitude of 1-2km appeared for 30 minutes. Assuming that the clouds are in steady state, it will be expected that a wavelength is 3-4km. In addition, the wavelike clouds of the cirrus-like clouds which appears in high altitude were also observed.

1. はじめに

これまで南極昭和基地や北極Ny-Alesundで垂直レーダーの降雪雲の連続観測(10秒間隔、50m 高度分解能、探知高度6.4km以内)を行ってきた。そのデータを詳しく調べると、数分間隔でエコー強度の強弱が繰り返される例が、いくつか見られた。このエコー強度の強弱は、波状の雲の存在を示し、風速のシアなどの力学的な成因で形成されると考えられる。中緯度に比べ風速が大きい極域では、このような力学的不安定で形成される雲は多く、また気温も低いいため雲粒から氷晶へ成長し、降雪をもたらすことも多いと考えられる。

ここでは、南極昭和基地で1988年と1989年観測したレーダーデータをもとに、このような波状の雲が現れた事例を選び出し、発生高度、発生時間、季節変動などの出現特性を調べた。レーダーデータは20年前と時間を経たものであるが、それ以降に昭和基地ではレーダー観測が行われていないこと、また、近年客観解析データの質がよくなり、気温や風速などの成層状態の信頼性が高くなったこと、数値モデルとしてメソモデルなどが使われるようになり発生条件を調べられるようになったことなどから、今回、新たに解析を行った。

2. 解析方法・結果

図1から図4は、1989年3月28日(左図)と11月14日(右図)に観測された波状のエコー強度変化を示す特徴的な2例である。図1の時間高度断面図の横矢印で示した約30分間に、数分間隔で高さ数百mの波状の降水エコーが現れている。このような波状のエコーは、高度1~2kmの下層に現れることが多く、2年間で十数例確認できた。また、ここでは示さないが巻雲の生成セルだと考えられる高度4~6kmの高高度の波状のエコーは、数多く観測された。

図1で示した例についてこの波の間隔を調べるために、高度1kmおよび高度2kmのエコー強度の時間変化を図2に示した。左図の3月28日の例では1時35分から1時55分までの間に、右図の11月14日の例では18時50分から19時10分までの間に、それぞれ約2.5分間隔でエコー強度の強弱が繰り返していることがわかる。試しに30分間のエコー強度である180個の連続したデータをMEMによるスペクトル解析を行ったところ、図3に示すように3月28日の例では90秒と180秒、11月14日の例では95秒と140秒にスペクトルの極大が見られた。

次に、これらの雲が観測された成層状態を調べるため、ECMWFの2.5度格子毎、6時間毎の客観解析データを用いて、温位、湿度、風向風速の鉛直分布を調べた。図4は、昭和基地に最も近い南緯70度東経40度の格子のデータである。3月28日と11月14日の例、いずれも熱的には安定な層である。風速風速は20m/sを越えているので、雲が定常であるとする波状の雲の波長は3~4kmであると予想される。

3. まとめ

南極昭和基地で1988年1989年に観測した垂直レーダーのデータを用いて、数分周期で現れる波状の降雪雲の出現特性を調べた。高度1~2kmに現れた低高度の波状の雲は、2~3分程度の周期で約30分程度、強弱を繰り返した。雲が定常であるとする波長は3~4kmであると予想される。この他にも高高度に現れる巻雲の波状の雲も観測された。

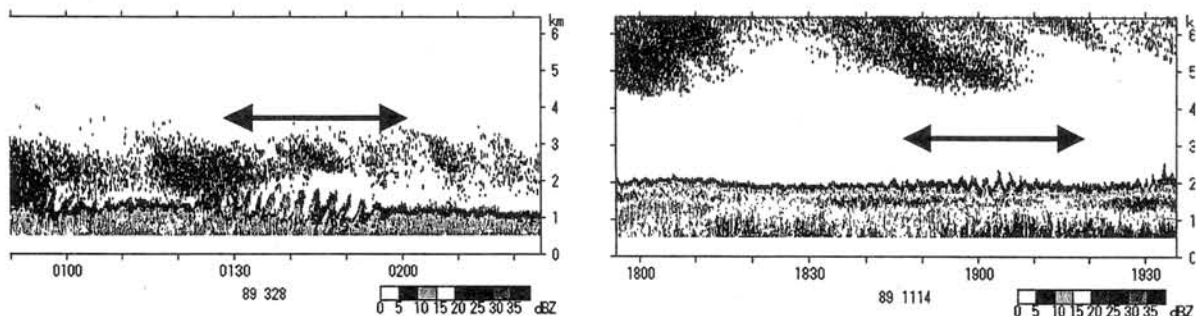


図 1. 垂直レーダーの時間高度断面図 (左図 : 1989 年 3 月 28 日、右図 : 1989 年 11 月 14 日)

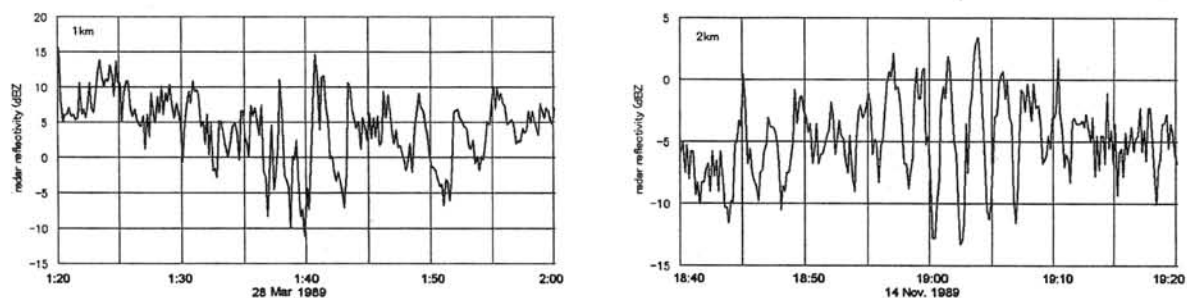


図 2. レーダー反射強度の時間変化 (左図 : 1989 年 3 月 28 日 1km、右図 : 1989 年 11 月 14 日 2km)

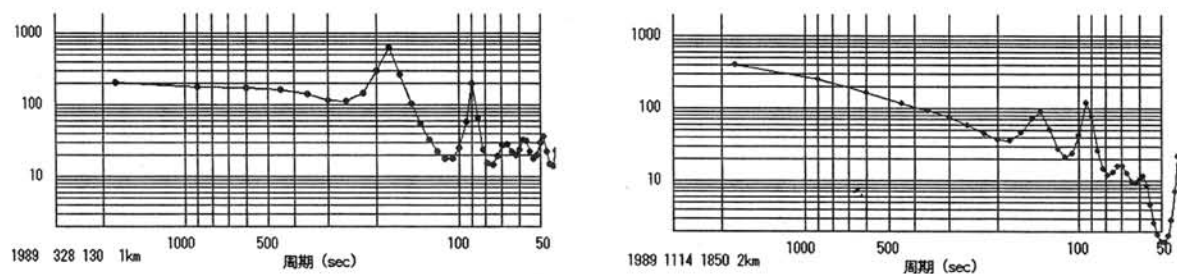


図 3. レーダー反射強度の MEM によるスペクトル解析 (左図 : 1989 年 3 月 28 日、高度 1km、1 時 30 分～2 時、右図 : 1989 年 11 月 14 日、高度 2km、18 時 50 分～19 時 20 分)

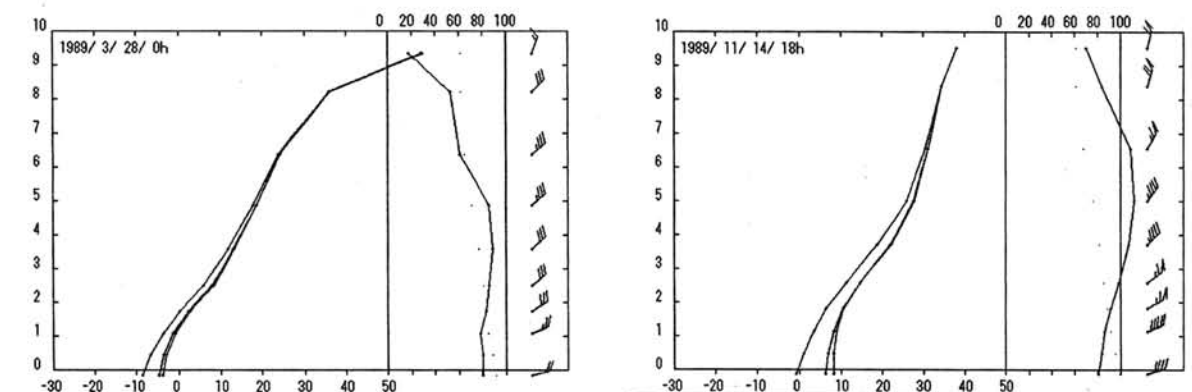


図 4. ECMWF 客観解析データの鉛直プロファイル(南緯 70 度東経 40 度)。表示した値は、左より温位、相当温位、飽和相当温位、相対湿度、風向風速。(左図 : 1989 年 3 月 28 日 3 時 LT、右図 : 1989 年 11 月 14 日 21 時 LT)

南極オゾンゾンデ観測による対流圏界面の比較と

対流圏-成層圏物質交換との関係

*西村八代¹、山内恭^{1,2}、富川喜弘^{1,2} (1.総合研究大学院大学 2.国立極地研究所)

Comparison of tropopause from ozonesonde data in Antarctica and its relation to Stratosphere-Troposphere Exchange

Y. Nishimura(Sokendai), T. Yamanouchi(Sokendai,NIPR), Y. Tomikawa(Sokendai,NIPR)

We investigate Antarctic tropopause by using ozonesonde data at Syowa St. and the relation to the Stratosphere-Troposphere Exchange (STE). At higher latitude, thermal tropopause (TTP), defined by WMO, is not clearly determined in winter, especially at Antarctica. On the other hand, ozone tropopause (OTP) which is defined by ozone mixing ratio can definitely be defined throughout the year. Then, we reconstructed vertical profiles of temperature in a height coordinate relative to the OTP height and analyzed tropopause inversion layer (TIL) (Birner et al. (2002)). We find that the TIL exists in summer and autumn when the lower stratospheric stability is large and that the TIL vanishes in winter. Furthermore, in spring, a stable layer moves downward into the lower stratosphere from spring to summer.

1. はじめに

対流圏界面の研究は、成層圏-対流圏の物質交換(STE)に関連して行われてきた。高緯度冬季では対流圏界面が曖昧になり、WMO (World Meteorological Organization) による対流圏界面定義がふさわしくなくなる(Bethan et al.(1996))。これは南極の冬季で特に顕著である。極域の対流圏界面は、渦位との比較で Zangl and Hoinka(2001)が議論しているが、鉛直方向に解像度が高いオゾンゾンデの解析はされていない。そこで、オゾン混合比から対流圏界面を定義し、WMO 定義の圏界面と比較を行った。また、対流圏界面直上にある安定度高い層 (Birner et al.(2002)) についても調べ、成層圏-対流圏の物質交換との関連を調べた。

2. データと計算方法

データは WOUDC (The World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre) により公開されている、南極昭和基地のオゾンゾンデデータを用いた。これは、毎年日本気象庁が行っている定常気象観測の一つで、最低でも毎週一回行われている。なお、観測に使用したオゾンゾンデは RS2-KC96 である。

対流圏界面の比較には、WMO の定義による『熱的対流圏界面 (thermal tropopause)』(以下 TTP) と、Bethan et al. (1996)が議論した『オゾン対流圏界面 (ozone tropopause)』(以下 OTP) を用い、次の三つの条件を満たす境界を定義した。

- i) オゾン混合比が 0.08ppmv 以上である。
- ii) オゾン混合比の鉛直勾配が 0.06ppmv/km 以上である。
- iii) i)、ii) を満たす境界のすぐ上の層のオゾン混合比は 0.1ppmv を超える。

対流圏界面逆転層 (tropopause inversion layer、以下 TIL) は、初めてこれを議論した Birner et al. (2002)を参考にした。TIL は対流圏界面直上数 km にわたって存在する安定度の高い層の事で、TTP を基準面にした鉛直プロファイルの季節平均から発見された。本解析では、冬季に南極の TTP が明確に定義できなくなることを考慮し、一年を通して明確に定義できる OTP を基準面に用いて TIL を計算した。

3. 結果

図1は2003年～2006年のオゾンゾンデデータから求めたTTPとTOP高度の月平均値である。TOP高度は一年を通じてあまり変化がなく、TTP高度は冬季に高くなる。もう少し詳しく見るため、個々のデータから求めた各高度の散布図を書いたものが図2である。夏季はTTPとTOPの高度が1:1で高い相関を持つが、冬季は相関が小さくなる。図2左は1月2月12月のデータをプロットしたものだが、10月もこれと同様の分布を示し、その他の月は全て図2右と同様の分布を示す。冬季に相関がなくなる原因はTTPが曖昧になるために高度が急上昇するためであり、この特徴は南極域で最も顕著である。

さらに、STEとの関連を調べるために、TILを計算しその分布を確認し、同時にオゾン混合比とオゾン混合比の鉛直勾配の分布を確認した。図3より、TTPが明確に定義できる夏季・秋季にTILが存在し、TTPが明確に定義できない冬季から春季前半までTILが消滅し、夏季にむけて回復する事がわかった。また、春季には安定度の高い層が成層圏に現れ、時間と共に下降している(Yoshiki and Sato(2000))。図4と比較すると、春季の成層圏で安定度が高いにも関わらず、オゾン混合比の鉛直勾配が大きくなっている。

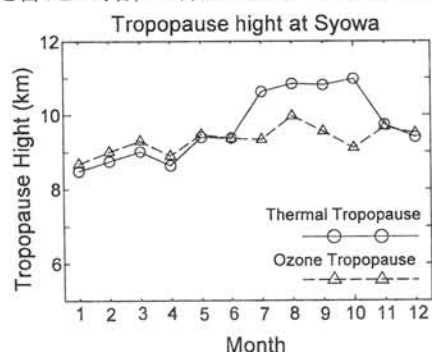


図1. 2003～2006年の昭和基地のオゾンゾンデ観測データによる、熱的対流圏界面高度とオゾン対流圏界面高度の月平均

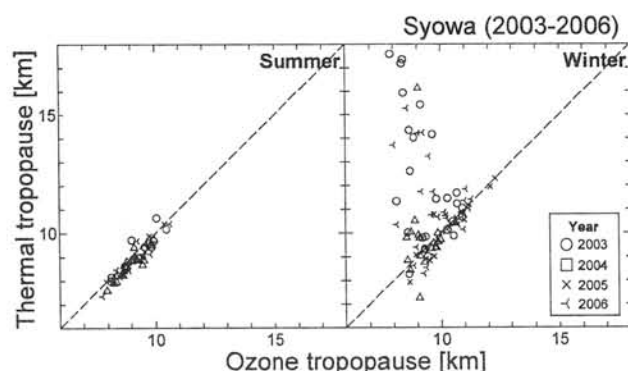


図2. 2003～2006年の昭和基地のオゾンゾンデによる、熱的対流圏界面高度とオゾン対流圏界面高度の散布図。なお、冬季は6月,7月,8月、夏季は12月,1月,2月とした。

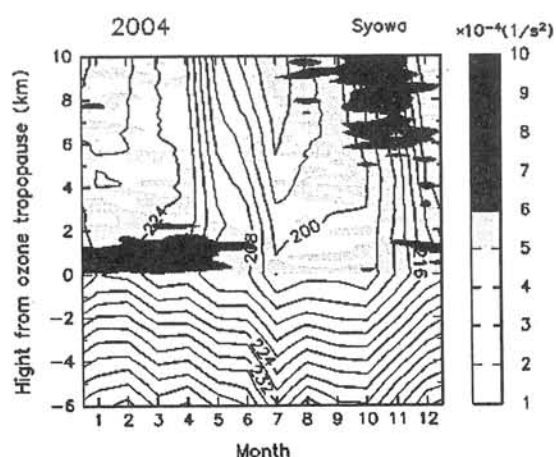


図3. 2004年昭和基地オゾンゾンデからの温度(等値線)と浮力振動数(濃淡)の月平均値の高度-時間分布図。横軸は月、縦軸はオゾン対流圏界面からの高度を表わす。

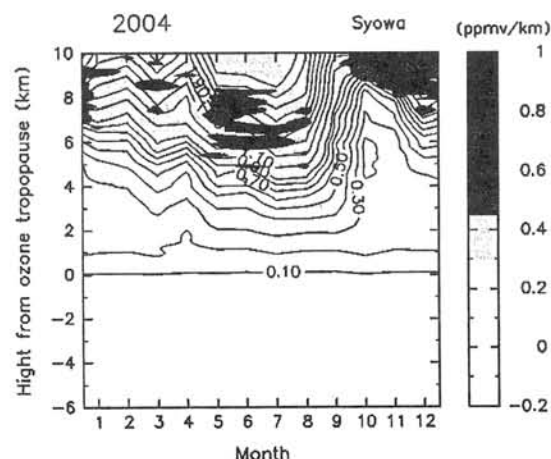


図4. 2004年昭和基地オゾンゾンデからのオゾン混合比(等値線)とオゾン混合比の鉛直勾配(濃淡)の月平均値の高度-時間分布。横軸は月、縦軸はオゾン対流圏界面からの高度を表わす。

《参考文献》

- Bethan et al. (1996), Q. J. R. Meteorol. Soc. **122**, pp. 929-944.
 Birner et al. (2002), Geophys. Res. Lett., **29**(14), 1700.
 Yoshiki and Sato(2000) J. Geophys. Res., **105**(D14), 17,995-18,011.
 Zangl and Hoinka (2001), J. Climate, **14**, 3117-3139.

南極昭和基地において 2006 年冬季から春季に観測された 1 ヶ月スケールの地上オゾン低濃度現象

○渡井智則・橋田元・山内恭 (国立極地研究所)

Monthly scale surface ozone depletion during polar sunrise in 2006 observed at Syowa Station, Antarctica

WATAI Tomonori, HASHIDA Gen, YAMANOUCI Takashi (National Institute of Polar Research)

Surface ozone concentration is monitored at Syowa Station, Antarctica since 1988. Surface ozone depletion (SOD) prolonged for about a month was observed in July 2006. The atmospheric temperature was considerably low in July 2006 and the monthly averaged value of -24.1°C recorded lowest value in history at Syowa Station. Inspection of potential height at 500 hPa suggests Syowa Station was situated in polar vortex that intensified in July relative to anteroposterior months. Ozone concentration is known to decrease by dry deposition and photochemical destruction with halogen species. Its reaction and also release of halogen species from sea surface is active under low temperature. Another factor leading monthly scale SOD was considered to be bromine that accumulated into snow layer. Blizzard was rarely observed in previous month (June 2006) at the station, but observed a few times in July 2006. This phenomenon implies the possibility that the bromine accumulated into snow during June was released into atmosphere in July and activated the photochemical reaction under polar sunrise. These evidence suggests that the monthly scale SOD observed is probably caused by 1) extremely low temperature around Syowa Station caused by intense and continued polar vortex, 2) formation of inversion layer over the ground surface caused by extremely low temperature, 3) increase of Br- and BrO release, which excites catalytic cycle of ozone destruction, from sea surface and its activated reaction at record low temperature, 4) diffusion of Br- particle stored in snow to lower troposphere by turbulences occurred in July 2006.

1. はじめに

南極昭和基地では 1988 年以降、地上オゾン濃度の連続観測を行っている。地上オゾン濃度は、季節によって変動する成層圏大気の沈降や極渦による中・低緯度からのオゾンの移流が妨げられることにより明瞭な季節変化を示し、極夜明けの 6 月下旬から 7 月上旬に最大値、夏季 1 月に最低値をとる。しかしながらその変動は年によって異なり、2006 年極夜明けの 7 月には、例年には見られないおよそ 1 ヶ月に渡る明瞭なオゾン濃度の減少が観測された。本研究では、その変動の原因について考察を行う。

2. 観測方法

地上オゾン濃度は人為的影響を極力避けるため、基地中心部から卓越風向側に充分離れた場所にある清浄大気観測室において、大気を風上側に設置した採取口からテフロンチューブを通して引き込み、測定器(Dylec 1100)にて計測した。データは 1 分間の平均値として得られ、1 ヶ月毎にゼロ点補正を行っている。さらに測定器は 1 年毎に日本に持ち帰り検定を行い、持ち込み前と比較して有意なドリフトがないことを確認した。

3. 結果と考察

2006 年に観測された昭和基地における地上オゾン濃度の日平均値の変動を、2005 年における変動とともに図 1 に示す。2005 年における変動は平均的な季節変動に近く、冬季に成層圏大気の沈降の影響や極渦による中・低緯度からのオゾンの移流が妨げられることにより増加し極夜明けの 6 月下旬から 7 月にかけて最大値をとる一方、夏季には中・低緯度からの低濃度オゾンの移流の影響によって濃度は低下し 1 月に最低値を記録する(Murayama et al., 1992)。しかしながら 2006 年の変動においては、7 月の約 1 ヶ月間に前後の月よりも濃度が低く、6 月下旬と 8 月上旬に 2 つのピークを持つ特徴的な変動が観測された。これまでも短期間に一時的に地上オゾン濃度が減少することは南極や北極で観測されてきたが、このように長期間地上オゾン濃度が減少した例は報告がない。

極夜明けの一時的な短期間の地上オゾン濃度減少の要因の一つとしては無機粒子状臭素(Br)による光化学反応がある。Br は対流圏オ

ゾンと反応し、オゾン破壊を加速度的に進行させる。Br は波浪による海水面からの放出の他、flost flower によっても放出される(Wessel et al., 1998)。

2006 年 7 月の気象場の特徴として、この期間低温状態が続き月平均気温は南極昭和基地における観測史上最も低い -24.1°C (平年値は -17.5°C) であったことが挙げられる。低温下では、海塩粒子上で不均一反応(Frieb et al., 2004; Hara et al., 2004)、Br 反応サイクルの活性化(Koop et al., 2000)、さらには flost flower の発生面積の広域化(Kaleschke et al., 2004)が働くことにより、地上オゾン濃度減少の要因となり得る。

もう一つの要因として、積雪中に蓄積した Br がブリザードによって大気に巻き上げられ増加する可能性も示唆される。図 2 に 2006 年に観測された直径 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上の粒子数密度の変動を示す。この粒子はほとんどが海塩粒子で風速と密接な関係があるとされている(Hara et al., 2004)。2006 年 7 月は前後の月と比較して粒子数密度が多いことがわかる。2006 年 6 月はブリザードの来襲がほとんどなかったが(1 回; 例年は 2.4 回)、7 月に来襲したブリザードのため積雪中に堆積した Br が大気中に放出されオゾン破壊サイクルが進行したと考えられる。数日単位の変動に着目すると、その傾向はより明瞭となり、風速の増加とともに粒子数密度も増加し、それとともに地上オゾン濃度が減少している。

以上のことから、2006 年 7 月に観測された地上オゾン濃度の約 1 ヶ月に渡る低濃度現象は、1) 大陸規模の気圧場の変動により、昭和基地が極渦の内部に長期間あり低温が持続したこと、2) 低温状態が続いたことにより逆転層が形成されたこと、3) 低温下で海面からオゾン破壊触媒サイクルを活性化させる、Br や BrO の放出が増大し、また反応が活性化したこと、4) 前月の 6 月にほとんどブリザードがなかったため積雪中に蓄積された Br が 7 月のブリザードによって大気中に拡散されたこと、これらの条件が重なって生じたと考えられる。なお、2006 年には 8 月下旬から 9 月上旬においても若干期間は短いものの同様な要因による地上オゾン濃度の減少が観測された。

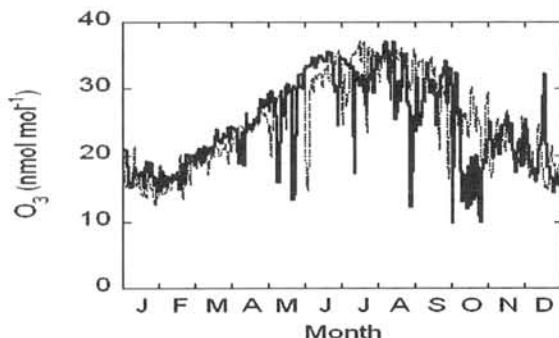


図 1 南極昭和基地における日平均地上オゾン濃度の季節変化。太線は 2006 年、破線は 2005 年の変動を示す。

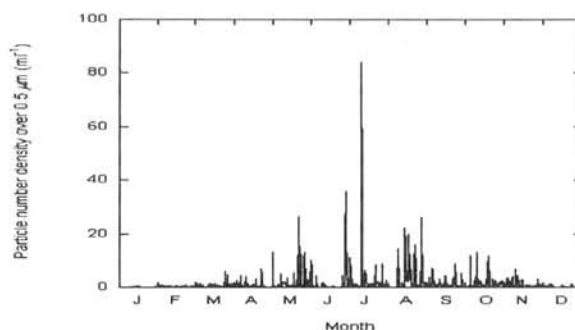


図 2 2006 年における粒径 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上の日平均粒子数密度の時間変化。

第 49 次夏隊での温室効果気体観測報告

Greenhouse gas observations at Syowa Station in the summer season of JARE49

森本真司¹、浅野比²、青山朋樹³、山内恭¹、和田誠¹、本田秀之⁴、菅原敏⁵、石戸谷重之⁶、後藤大輔⁶、青木周司⁶、中澤高浩⁶

¹極地研、²山口東京理科大、³堀場製作所、⁴JAXA/ISAS、⁵宮城教育大、⁶東北大

Shinji Morimoto¹, Hitoshi Asano², Tomoki Aoyama³, Takashi Yamanouchi¹, Makoto Wada¹, Hideyuki Honda⁴, Satoshi Sugawara⁵, Shigeyuki Ishidoya⁶, Daisuke Goto⁶, Shuji Aoki⁶ and Takakiyo Nakazawa⁶

¹NIPR, ²Yamaguchi Univ. of Sci., ³Horiba Inc., ⁴JAXA/ISAS, ⁵Miyagi Univ. of Education, ⁶Tohoku Univ.

In the summer season of JARE49, we conducted stratospheric air sampling experiments using compact cryogenic air samplers and installed continuous measurement system of atmospheric O₂/N₂ ratio (O₂ concentration). A total number of 4 samplers were launched from Syowa Station with plastic balloons and the air sampling at altitudes of 18 and 25km was succeeded. The continuous measurement of the atmospheric O₂ concentration was started on Jan. 29, 2008. The measurement precision was confirmed to be within 0.5 ppmv.

南極・昭和基地での温室効果気体の挙動を明らかにするため、25 次隊で大気中の二酸化炭素濃度 (CO₂) の連続観測が開始されて以降、大気中のメタン濃度、オゾン濃度、一酸化炭素濃度の連続観測が順次開始され、現在まで高精度観測が継続されている。また、南極域成層圏での温室効果気体の分布と経年変化を明らかにするために、39 次、45 次隊で大型クライオサンプラーを用いた大気球実験が行われ、高度 10~30km での大気採取に成功している。49 次隊ではこれまでの観測をさらに発展させるため、小型クライオサンプラーを用いた成層圏大気採取実験を実施するとともに、昭和基地地上での酸素濃度連続観測を開始した。

今回使用した小型クライオサンプラーは、液体窒素温度に冷却した高圧ネオンガスの断熱膨張時に発生する寒冷を用いて希薄な成層圏大気を固化採取する装置であり、これまでの成層圏大気採取実験に必要であった液体ヘリウムを使用しないこと、小型軽量（重量 22kg・300Wx300Dx950mmH）であること、成層圏において自律的に動作するため地上のコマンド送信設備が不要であることなどから、昭和基地での取り扱いが比較的容易である。49 次隊では、計 4 機の小型クライオサンプラーを昭和基地に持ち込み、2007/12/30 と 2008/1/4 に満膨張時容積 1000-2000m³の小型気球を用いて成層圏まで飛揚させ、すべて大陸上・海氷上で回収した。うち 2 機について成層圏大気採取に成功した。

新たに開発した大気中の酸素濃度連続観測システムを昭和基地・観測棟に設置し、国内での室内試験時と同様の精度（1 時間の標準偏差が 0.5ppmv 以内）で動作することを確認した後、2008/1/29 から連続観測を開始した。現在まで大きなトラブルなく連続観測が継続されており、さまざまな時間スケールでの酸素濃度の変動が明らかになっている。今後、本システムによる酸素濃度観測データを蓄積し、CO₂濃度データと合わせて解析することにより、大気中 CO₂濃度の変動原因に関する知見が得られると考えられる。

FTIR を用いた南極昭和基地における 2007 年オゾンホール観測

*佐伯 浩介（東北大院）、中島英彰（国立環境研）、Nicholas Jones（Wollongong 大）

Ozone hole observations with FTIR at Syowa station, Antarctica in 2007

Kosuke Saeki(Tohoku University), Hideaki Nakajima(National Institute for Environmental Studies), Nicholas Jones(University of Wollongong)

In order to acquire datasets of total column amounts and VMR profiles of stratospheric gases in antarctica, we started Fourier Transform InfraRed spectrometer (FTIR) measurements at Syowastation, Antarctica in February 2007. The FTIR data have been acquired for 87 days in 2007. Solar absorption spectra were measured by the FTIR spectrometer Bruker 120M with a resolution of 0.0035cm⁻¹ using a boxcar apodization. Total column amounts and Vertical profiles of gases were retrieved from these spectra with the SFIT2 algorithm.

1. はじめに

1982 年のオゾンホール発見後、モントリオール議定書にはじまるオゾン破壊物質の放出規制のおかげで大気中活性塩素濃度は 2000 年ごろをピークに減少に転じたが、オゾンホールが回復に転じたという報告はまだなされていない。また、オゾン将来予測モデルによるオゾンホールの回復時期も、2040～2065 年と大きなばらつきがあり、オゾン破壊に関する、素過程の理解の不足が指摘されている。そこで我々は、オゾン破壊に関連した大気微量成分の高度分布の測定を行うことを目的に、2007 年に南極昭和基地（69.0°S, 39.6°E）において、第 48 次南極地域観測隊による高分解能 FTIR 観測を実施した。また同時に、我々は 63 発のオゾンゾンデ観測を行い、FTIR によって導出されたオゾン高度分布の信憑性の確認も行った。

2. 観測手法

今回南極昭和基地に持ち込んだ FTIR は、ドイツ Bruker 社製 IFS-120M 可搬型 FTIR であり、波数分解能は 0.0035 cm⁻¹ である。このような高分解能 FTIR を南極地域において運用しているのは、ニュージーランドの Scott 基地のみである。ただし、Scott 基地は南緯 77.6 度と高緯度に位置するため、極夜の期間が長く、オゾンホールが発達する 8～9 月はまだ太陽光を用いた赤外分光観測を行うことが不可能である。一方、昭和基地では 7 月後半からは太陽光を用いた観測が可能となる利点を有する。今

回、2007 年 2 月から 2008 年 1 月までの 1 年間の越冬期間中、のべ 87 日間の分光観測データを取得することに成功した。

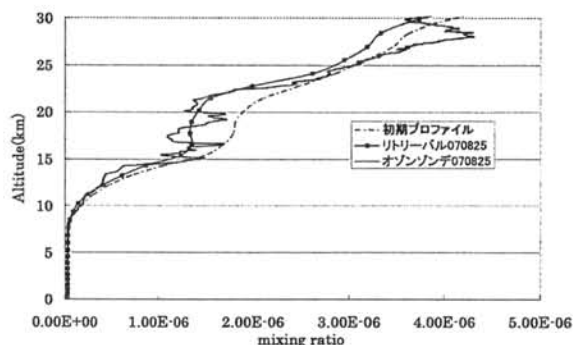


図1 2007 年 8 月 25 日に観測した吸収スペクトルから導出されたオゾン高度分布と、オゾンゾンデによる観測との比較

3. 解析結果

図 1 に観測されたスペクトルを SFIT2 というコードでフィッティングすることによって導出されたオゾン高度分布と同日に観測されたオゾンゾンデとの比較を示す。両者はエラーバーの範囲内で良く一致していることが判る。同様に SFIT2 によって解析された、HNO₃ や ClONO₂、HCl といった、PSC 生成やオゾン破壊に関連した微量気体成分に関する解析結果についても発表する。

南極対流圏における氷床、海氷、海面域のエアロゾル粒子数濃度

平沢尚彦 (極地研)、原 圭一郎 (福岡大学)、和田誠 (極地研)

Number concentration of aerosol particles in the Antarctic troposphere over the ice sheet, sea ice and sea surface areas

Naohiko Hirasawa (National Institute of Polar Research),
Keiichiro Hara (Fukuoka Univ.), Makoto Wada (National Institute of Polar Research)

An Antarctic aerosol measurement campaign was carried out in summer of 2006/2007. It was operated mainly by AWI (Germany) and NIPR (Japan), and the participants were also from DLR (Germany), Stockholm University (Sweden) and Fukuoka University (Japan). Among many scientific purposes of the campaign, this study examines particle counter data in order to obtain the latitude-altitude section of the number concentration as the first view in the regions. In the planetary boundary layer (PBL) of the Syowa area, the number concentration over sea water surface was larger than over Syowa station and ice sheet. At the level of 1000m (around the top of the PBL), the horizontal profile between Syowa station and sea water surface area was the reverse of the character in the PBL, namely, the number concentration over sea water surface was smaller than over Syowa station. We must wait for the chemical analysis to clarify the origin of the particles of large number over the sea area. And we will examine the meteorological data at the viewpoint of vertical mixing.

1. Introduction

AWI (Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research) and NIPR (National Institute of Polar Research, Japan) cooperated in aircraft (Polar2) observation in the Antarctic coastal region in summer season of 2006/2007. The campaign put the purpose on atmospheric aerosol measurement around Syowa station and Neumayer station. Figure 1 shows the geographical location of the both areas (two gray ellipses). The airport S17 locates on the ice sheet at a distance of about 20km from Syowa station. This paper clarifies the distribution of aerosol number concentration in a latitude-height section for the two coastal regions.

1. The aircraft observation and the scientific results

We, here, describe the characteristics of aerial distribution of aerosol number concentration only for the Syowa region while the discussion at the symposium will cover the results for the both regions. Vertical profiles are planned to be obtained over ice sheet, Syowa Station

(corresponding to the Antarctic coast), sea ice and sea water surface. The installed instruments by NIPR were totally able to count particles in eight kinds of diameter, ranging from 80nm to 5 μ m. Fifteen flights for observation, totaling 42 hours, were successfully carried out from 7th to 24th of January 2007 (Fig.2).

Figure 3 shows the vertical profiles of the number concentration of aerosol particles larger than 0.3 μ m in diameter over sea water surface, over Syowa station and over the ice sheet. The number concentration in the lower layer at the height of 300m a.s.l., that is, in planetary boundary layer, is largest over sea water surface among the profiles. The value decreases with height rapidly, so that the number concentration at the height of 2000m a.s.l. (approximately the bottom of the free atmosphere) is smallest among the profiles.

Figure 4 shows the horizontal profiles of number concentration on the 23th of January 2007. In this case, Polar2 flew northward from Syowa through over fast sea ice area, floating sea ice area to sea

water surface area and flew back to Syowa. A level flight at the height of 300m a.s.l. was made in the outward flight, that is, in planetary boundary layer, and another level flight at 1000m a.s.l. was made in the back travel. At 300m, the number concentration starts to increase at the boundary of the floating sea ice and sea water surface area. However, the number concentration at 1000m distributes more

complicatedly than at 300m. Namely, the smallest values appear around over floating sea ice and larger values almost over the fast sea ice and sea water surface area far from the edge of floating sea ice area.

The similar feature is seen at 300m on the 11th of January 2007 in Fig. 5. At 2500m a decrement in the values is smaller than that at 1000m in Fig.4.

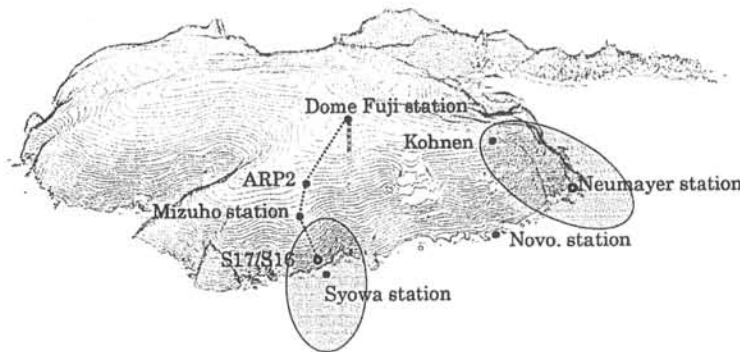


Fig.1 The geographical location of the two areas for aircraft observation.

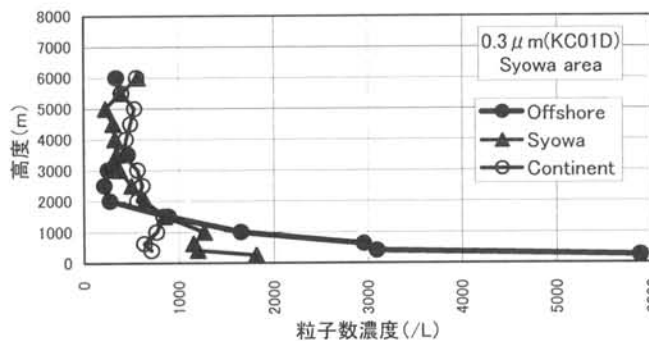


Fig.3 The vertical profiles of the number concentration of aerosol particle larger than $0.3\mu\text{m}$ in diameter over sea water surface, over Syowa station and over the ice sheet.

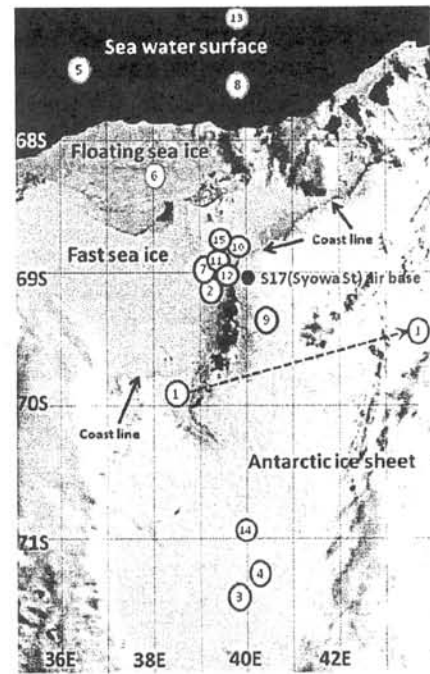


Fig.2 Distribution of the points where vertical flight were operated on the NOAA image on 15th Jan. 2007.

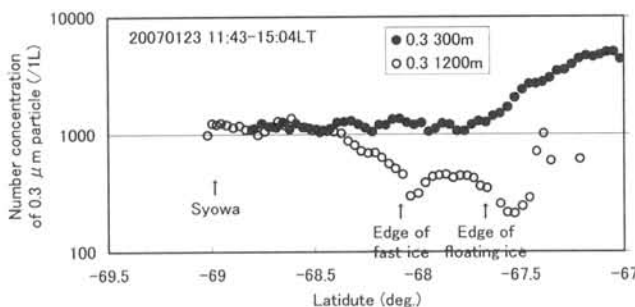


Fig.4 The horizontal profiles of the number concentration of aerosol particle larger than $0.3\mu\text{m}$ in diameter at the height of 300m a.s.l. and 1000m a.s.l. between Syowa and sea water surface area on the 23th of Jan. 2007.

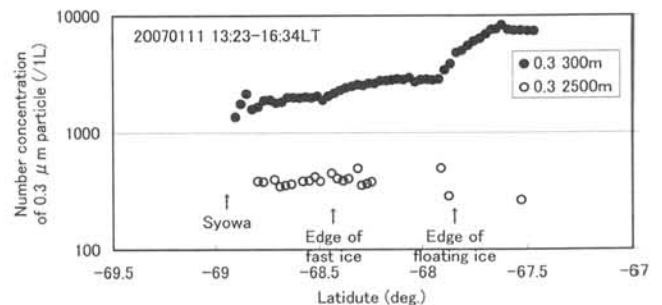


Fig.5 Same as Fig.4 but for at the height of 300m a.s.l. and 2500m a.s.l. on the 11th of Jan. 2007.

Measurements of aerosols and surface snow during JASE campaign (2007/2008)

K. Hara¹, F. Nakazawa², S. Fujita², T. Yamanouchi², JASE members

1: Fukuoka Univ., 2: NIPR

■ **Introduction:** In Antarctic coasts, fractionated sea-salt particles have been identified in the winter – spring. It is believed that sea-salt fractionation in coastal area is associated with sea-water freezing (sea-ice formation) and low temperature processes. Recent investigations [Hara et al., 2004; Jourdain et al., 2008] showed that the fractionated sea-salt particles were present even in inland area (e.g., Dome Fuji and Dome C). Some investigators [Fisher et al., 2006; Wolff et al., 2006] have proposed that the fractionated sea-salt particles in inland atmosphere were transported from coastal (sea-ice) area. However, sea-salt fractionation processes on the snow surface in inland area has never been discussed well. Here, we aim to gain new and more knowledge about sea-salt fractionation in the Antarctic region and spatial distribution of aerosol constituents in inland area.

■ **Sampling and analysis:** Sampling of aerosols and snow was carried out in JASE traverse between S16 (via Dome Fuji) and meeting point from 14 November 2007 till 24 January 2008. Both sampling were made once a day in the windward side of camp site in order to avoid local contamination. Aerosol samples for single particle analysis were taken using 2-stage low volume impactor for 30 min – one hour depending on the aerosol number concentration. Size distribution and number concentration were simultaneously observed by portable optical counter (KR-12A, RION). Surface snow was collected into pre-cleaned polypropylene bottle (500 ml). Sampling depth ranged in a few ~ several cm. In occurrence of drifting snow at the camp sites, drifting snow was also taken by the polypropylene bottle facing the windward side. Water soluble constituents in snow samples were determined by ion chromatography in the same manner by Hara et al., [2004]. Aerosol particles were analyzed by SEM-EDX.

■ **Results and discussions:** Figure 1 indicates size distributions of aerosol particles during the traverse.

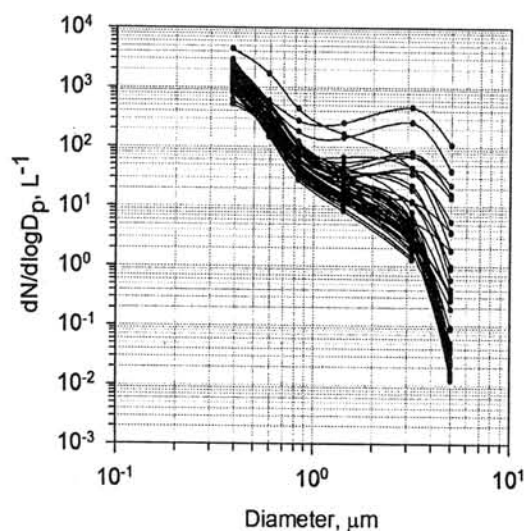


Figure 1. Size distributions of aerosol particles during the JASE traverse. Number concentration was converted to standard conditions.

The number concentration in inland area was approximately one order lower than at Syowa (coastal area). Although higher number concentrations were occasionally found in coarse particles ($D_p > 2.0 \mu\text{m}$), most of size distributions showed similar distributions except the case of the high concentrations of coarse particles. As these higher concentrations of coarse particles were obtained under the conditions with drifting snow, the higher concentrations of coarse particles may be caused by release from snow surface by wind blowing rather than long-range transport.

Figure 2 shows spatial distributions of molar ratio of sea-salts (K^+/Na^+ , $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$, and $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$). Because of higher correlation between the concentrations of Na^+ , K^+ , and Mg^{2+} , these ions may be derived from seawater. However, most of Ca^{2+} in snow samples was non-sea-salt Ca^{2+} . Molar ratio of K^+/Na^+ in snow samples ranged in 0.004-0.038 (mean: 0.014) and was mostly lower than seawater ratio (ca. 0.022). The range of K^+/Na^+ was similar to the molar ratio in sea-salt particles (aerosols) at Syowa during the austral summer. Molar ratio of $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ in snow samples ranged in 0.018-0.461 (mean: 0.128). In contrast to K^+/Na^+ , the ratio of $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ in traverse to inland area (November – December) was larger than 0.2, whereas the ratio was close to the sea-water ratio in the traverse from inland to coast (December – January). The difference between the outward and homeward traverses was slightly identified in K^+/Na^+ . Considering that the ratio of $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ in sea-salt particles at Syowa ranged in lower than seawater ratio from November till February, this difference cannot be explained by long-range transport of fractionated sea-salt particles from coastal area. Hence, lower ratio in traverse to coastal area suggests presence of sea-salt fractionation processes on snow surface during the summer even in inland area. In order to understand sea-salt chemistry in the Antarctic regions, sea-salt fractionation processes on snow surface should be discussed in the future.

References

- Fisher et al., Rev. Geophys. 2005RG000192, 2006.
Hara et al., JGR, 2004JD004713, 2004.
Jourdain et al., JGR, 2007JD009584, 2008.
Wolff et al., Nature, 440, 491-496, 2006.

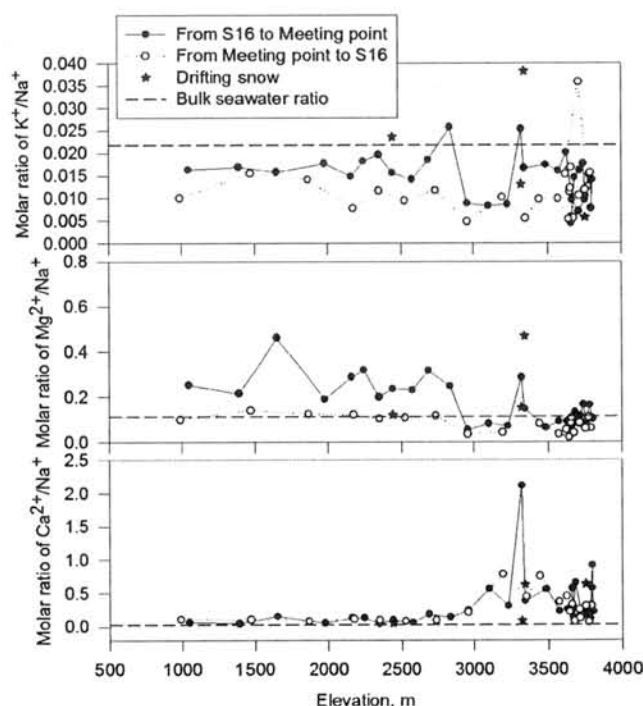


Figure 2. Distribution of molar ratio of K^+/Na^+ , $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$, and $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ in surface snow and drifting snow during the JASE traverse.

XRF による昭和基地大気中粒子状物質の特性化

青山朋樹（堀場製作所）、浅野 比（山口東京理科大学）、菊地 正（山口東京理科大学）、大石 誠（堀場製作所）、和田 誠（国立極地研究所）、駒谷慎太郎（堀場製作所）、山内 恭（国立極地研究所）

Characterization of particulate matter in the atmosphere at Syowa Station by X-ray fluorescence analysis

Tomoki Aoyama (Horiba, Ltd.), Hitoshi Asano (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Tadashi Kikuchi (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Makoto Ohishi (Horiba, Ltd.), Makoto Wada (National Institute of Polar Research), Shintaro Komatani (Horiba, Ltd.), Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)

The particle size distribution has been continuously measured by optical particle counter at Syowa Station, physical and chemical properties of particulate matter have been analyzed in the laboratory after arriving at Japan. However, the properties of particle may be changed in this case. In present work, the atmospheric particulate matter at Syowa Station, Antarctica was characterized by X-Ray fluorescence Spectroscopy (XRF) at Syowa Station. The advantages of this method have non destructive, rapid and simple analysis. The particle samples were collected on the Teflon filter, the obtained particles were measured by XRF (HORIBA, X-ray Analytical Microscope XGT-5000) on site soon for elemental analysis. The obtained results show that collected particles mainly contain sea salt and soil origin components. The particles from sea salt and soil origin increased under blizzard and strong wind condition.

【はじめに】 これまで昭和基地における粒子状物質の観測に関しては、粒径などの光学的観測は現場で行ってきたが、物理・化学的性質は国内に持ち帰り分析を行っていた。しかしながらこの場合、採取したサンプルが変質する可能性があった。そこで今回、昭和基地に蛍光 X 線分析顕微鏡（XRF）を持ち込み、採取した試料を迅速にその場分析を行った。従来の粒子状物質の評価分析には、荷電粒子誘起 X 線分光法(PIXE)、高周波誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)、走査電子顕微鏡(SEM-EDX)などが用いられてきたが、PIXE は装置が大規模であるため基地に持ち込むことが困難である。また、ICP-MS はサンプルの前処理が複雑で分析も長時間に及ぶ。また溶液にサンプルを溶解させるため、1 つのサンプルを再度測定することは困難である。南極という特殊な地域における分析方法としてサンプルの前処理が少なく、迅速に分析を行なうことのできる XRF は非常に有用である。また分析によるサンプルの状態変化も少ないため XRF で分析を行なった後に他の分析をすることが可能であり、ICP-MS などで精密分析をする前のスクリーニング分析としても優れている。ここでは XRF を用いた

昭和基地における大気中粒子状物質の評価について報告する。

【実験及び方法】 粒子状物質の測定には XRF(堀場製作所製:XGT-5000WR)を用いた。2008 年 2 月から昭和基地の清浄大気観測室にてテフロンフィルタ (1 inchφ、ポアサイズ 0.5 μmφ、集塵径 3 mmφ) 上に流速 8 L/min で 24 時間捕集し、分析に供した。

【結果及び考察】 XRF により捕集した大気中粒子状物質を測定した結果、観測を開始した 2 月から冬にかけていずれの粒子も増減は見られなかった。元素ごとには Cl、S、Ca の検出が顕著で海塩由来の粒子を多く含んでいることがわかる。蛍光 X 線の性質上軽元素の感度が低いため Na や Mg は小さいピークが確認できる程度である。風向が西及び南風または風が弱いときは基地由来の粒子状物質を大量に吸着するためフィルタ表面が黒くなった。

Fig.1 および 2 に晴天時および降雪時の典型的な蛍光 X 線スペクトルをそれぞれ示す。Fig.1 に示した結果のサンプリング時の気象条件は、北東の風、平均風速 4.6 m/s、晴れの日であり、S、Cl、Ca といった海塩由来の成分のカウント数が降雪のある Fig.2 の結果と比較して 1.2~2 倍程度大きくなっていることがわかる。Fig.2 に示した結果のサンプリング時における気象条件は、北東の風、平均風速 9.1 m/s で Fig.1 の結果と同様に Cl を始めとする海塩粒子のカウント数が顕著であるが、土壌起源と考えられる Si、Fe のカウント数は晴天時よりも増加しており、Fe においてはカウント数が 10 倍程度になっている。Fig.3 に蛍光 X 線分析顕微鏡による元素マッピング結果を示す。サンプリング時の気象条件は東の風、平均風速が 16.6m/s で降雪を伴うブリザードであり、Cl が一様に検出されているのに対し、S、Si、Fe は斑点のように検出されている。Si、Fe は土壌粒子であり 2mm 以下の塊となって付着している。フィルタの表面を実体顕微鏡で観察すると結晶化している箇所がありマッピングの S の位置とほぼ対応する。室温になり潮解した粒子状物質に吸着され再結晶化したと考えられる。降雪の有無で粒子状物質の成分の割合には変化がないものの海塩粒子および土壌粒子は増加する傾向があると考えられる。

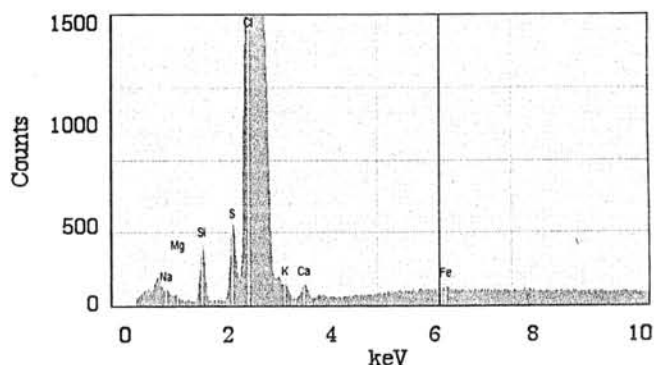


Fig.1 粒子状物質の蛍光X線スペクトル(7月10日)

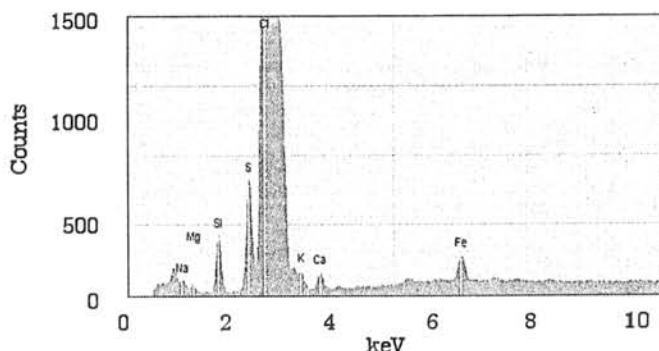


Fig.2 粒子状物質の蛍光X線スペクトル(7月23日)

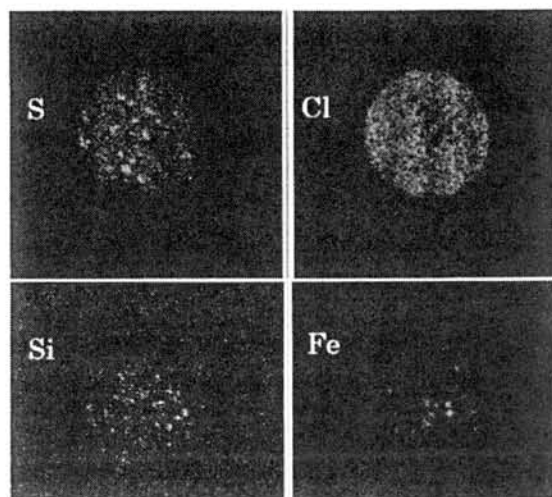


Fig.3 蛍光X線顕微鏡による元素マッピング結果

2008 年 4 月に観測されたフェアバンクス上空のエアロゾル層 — 光学特性と粒径分布と経路 —

林政彦¹⁾、林佳輝¹⁾、丸山智生¹⁾、尾塚馨一¹⁾、白石浩一¹⁾、Kenn Sassen²⁾、G.E.Shaw²⁾
1) 福岡大学理学部 2) アラスカ大学フェアバンクス校

The tropospheric aerosol layer over Fairbanks observed in April of 2008

— Optical property, size distribution and trajectory —

M.Hayashi¹⁾, Y.Hayashi¹⁾, T.Maruyama¹⁾, K.Ozuka¹⁾, K.Shiraishi¹⁾, K.Sassen²⁾, and G.E.Shaw²⁾

1) Fukuoka University, 2) Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks

Abstract

Aerosol observations by a lidar, with wavelength of 694 nm of Ruby laser, and a balloon borne optical particle counter, with wavelength of 780nm, for tropospheric aerosol were simultaneously performed at Fairbanks (64.8°N, 147.8°W) in April, 2008. Balloon borne OPC was launched two times on April 17th and 19th and recovered. Troposphere is divided into some layers based on the size distributions of aerosols and humidity, obtained by OPC sonde. The layers are classified into 4 groups by the region of origin based on back trajectory analyses (HYSPLIT) and each group are characterized by size distribution and optical properties.

1. はじめに

北極域は周囲を人間活動の活発な経済圏、タイガ森林域、ユーラシア大陸乾燥地域、北極海、太平洋、大西洋などの、大気物質循環上のさまざまな発生源に囲まれている。大気エアロゾルもこれらの発生源の影響を受けていると考えられ、Arctic Haze、鉱物ダスト、森林火災 smoke などの特徴的なエアロゾル層が見られる。

我々は、大気物質の輸送上の北極圏の入り口にあたるフェアバンクス上空に輸送されるエアロゾル性状の空間分布を光散乱粒子計数装置とライダーによって同時に観測した。エアロゾルの光学特性と粒径分布、その起源について検討した。

2. 観測

観測は 2008 年 4 月にアラスカ大学フェアバンクス校地球物理学研究所(GI/UAF, 64.8° N, 147.8° W)で回収を前提とした気球搭載型光散乱式粒子計数装置 (Optical Particle Counter; OPC) によるエアロゾル粒径分布観測と、OPC の放球の前後数時間 GI/UAF のライダーによる観測を行った。

観測に使用した OPC は光源波長が 780nm の半導体レーザーを使用した光軸交角 60 度、集光全角 88 度の側方散乱型の OPC である。敷居粒径は屈折率 1.40-0i の球形粒子に対して 8 チャンネル(直径>0.3、0.5、0.8、1.2、2.0、3.4、5.0、7.0 μm)で分級し粒子数濃度を計測した。気圧が約 300hpa に到達した時に OPC とゴム気球をカッターで自動的に切り離し、パラシュートで降下させ、後着地地点を GPS で確認して回収を行った。GI/UAF の屋上のライダーは、直線偏光させたルビーレーザーの基本波 (694nm) を光源として、後方散乱係数と偏光解消度を得た。

OPC 放球時刻は 2008 年 4 月 17 日 14:10、2008 年 4 月 19 日 13:59 (アラスカ時間) である。また、放球時間の海拔高度 1 km 毎に、HYSPLIT (NOAA) の鉛直流解析による 5 日間の後方流跡線解析を行い起源と経路について検討した。

3. 観測結果

OPC による観測から得られたエアロゾル数濃度、温度、相対湿度の鉛直分布を Fig. 1 に示す。直径 >0.3 、 $>3.4\mu\text{m}$ の積算粒子数濃度と湿度の連続性により対流圏をいくつかの層に分割した (図 1)。さらに、後方流跡線解析による 5 日前の水平位置を起源として、シベリア ($55^{\circ}\text{N}\sim 75^{\circ}\text{N}$, $80^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$)、極東 ($40^{\circ}\text{N}\sim 75^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{E}$)、日本近海 ($20^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{E}$)、中国 ($20^{\circ}\text{N}\sim 55^{\circ}\text{N}$, $80^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$) の 4 つに分類した。それぞれの起源に対して OPC による粒径分布とライダーによる後方散乱係数、偏光解消度に応じたような特徴が見られた。

- ・シベリア起源 (17 日 1.6~2.3km、4.9~6.2km)

非球形性が小さく (偏光解消度; 0~5% 程度)、と粗大粒子の割合が大きい (ユングスロープ; 2.6 程度)。

- ・極東起源

(17 日 2.2~3.4km、3.4~4.9km、6.2~7.3km、19 日 0~1.0km、1.0~2.2km、2.2~3.5km)

非球形性は中程度 (偏光解消度; 5~15%) で、多くは微小粒子の割合が高い (ユングスロープ; 4 程度)。17 日の 6.2~7.3km や 19 日の 0~1.0km では微小粒子の割合がやや小さかった (ユングスロープ; 3 程度)。

- ・日本近海起源 (17 日 8.0~9.5km)

粗大粒子の割合が大きく (ユングスロープ; 2.2)、濃度も高かった。トラジェクトリー解析は海上付近にあった空気塊が急激に上昇していることをしめしており海塩粒子が主要な粒子である可能性がある。

- ・中国起源 (17 日 9.5km~10.6km)

粗大粒子の割合が大きく (ユングスロープ; 2.5)、濃度も高い。トラジェクトリー解析では中国上空 (10km 程度) をより移流している。

現在、firesopt 解析 (NRL Aerosol Plot Generator) を用いエアロゾル層の輸送経路上の森林火災の有無の評価を行っている。今後、経路データ日本付近のエアロゾル観測結果などとも比較し、これらのエアロゾルの起源や輸送途上の粒径分布、光学特性の変化などについて検討を進める予定である。

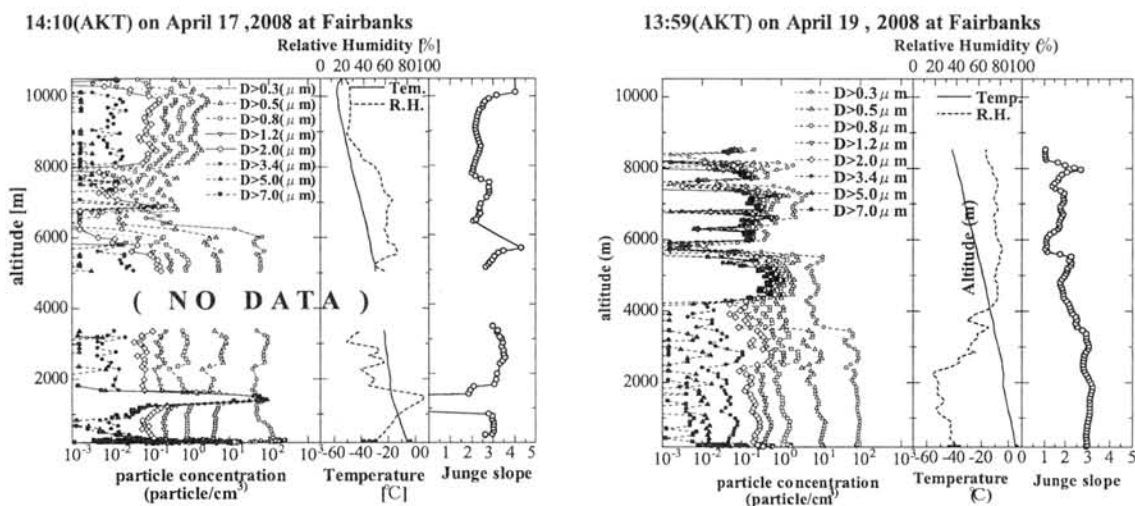


Figure 1 Vertical profiles of particle concentration, temperature, and humidity over Fairbanks observed by OPC sonde on April 17th (left) and 19th (right), 2008.

極域大気観測のための気球－小型無人機複合システムの開発

林政彦(福岡大)、東野伸一郎、小材匠太郎(九州大)、尾塚馨一(日本タングステン)、
福島正人、丸山智生、林佳輝(福岡大)

Development of Balloon - UAV hybrid platform for the polar atmosphere observations

M.Hayashi (Fukuoka U.), S.Higashino, S.Kozai (Kyusyu U.), K.Ozuka (Nippon Tungsten Co. Ltd),
M.Fukushima, T.Maruyama, Y.Hayashi (Fukuoka U.)

Abstract

New hybrid platform, combining balloon and unmanned aerial vehicle, have been developing for polar atmosphere observation. The system is designed for the observations of troposphere with low weight instrument, less than 2kg, and easy operation in polar field in this stage. This paper presents the plan of platform and the results of preliminary experiments, development of cutter, including recovering experiments with small plane, and simulation of recovering with gliding plane.

1. はじめに

近年、各種デバイスの進歩、GPSの普及などに伴い、小型で安価な小型無人航空機が開発されるようになってきている。このことにより、無人航空機を用いた地球科学研究の新たな展開が期待されている。福岡大学理学部地球圏科学科では、デルタカイト翼(ログロ翼)を揚力装置とした無人航空機(カイトプレーン)を用いた黄砂観測を先駆けて実現してきた。さらに、第48次南極地域観測隊では、大陸上におけるエアロゾル観測を実現した。ただし、これらの観測は、地上から2km程度の高度に限定されている。筆者らは、気球と無人航空機を組み合わせたhybrid飛行体の、極域における自由対流圏高度および成層圏高度における無人航空機観測のための有力なプラットフォームとしての可能性に着目し、開発、実験を進めている。開発の現状について報告する。

2. 気球－無人航空機自律帰還プラットフォーム

自律飛行が可能な無人航空機を気球に吊し、上空まで飛揚させ適当な高度で分離し、無人航空機を自律コントロールにより観測基地あるいは他の基地に帰還させる(図1)。システム構成としては、気球－カッター－無人航空機および無人航空機運行のための地上基地と気球放球施設である。現在、機動性の高いオペレーションを実施することを念頭に小型のシステム開発を進めている。具体的には、1kgゴム気球と6kg(ペイロード含む)の機体により、高度20kmまでの対流圏下部成層圏の観測の実現を目指している。

これまで無人航空機の動力としては、主には、ガソリンエンジンが一般に用いられている。これは、パワー/重量比が高いことと、大型の軽量モーターが開発されていないことによる。近年、この分野での発達も目覚しく、数100Wのモーターが実用化されており、10kg程度の機体を電動プレーンとして飛行させることもできるようになった。現在、次の2機種を実験機として電動プレーンによる初期的な実験、観測を計画している。

①カイトプレーン 自立安定性の高い、破損に強い機体。巡航速度は遅く(10m/sec程度)強風には弱い。

弱風時の観測、設備の整わないフィールドに向いている。自動操縦装置としては、スカイリモート社開発のカイトプレーン専用自動操縦装置を使用

②モータグライダー 滑空比が大きく、飛行速度も大きい(30~60m/sec)、強風条件でも帰還できる可能性を有する。自動操縦装置としては、ゼノクロス社製AP-CUBを使用

3. 観測ペイロード

現状では、1.5kg程度のペイロードを搭載することを検討している。この程度のペイロードであれば、機体総重量は、6kg程度に収まり、自由気球カテゴリーにおける中気球に分類される。また、高度20km

程度までであれば、1kgゴム気球、7m³ガスボンベ2本以内での飛揚も可能である。

4. 装置開発と実験

4.1 カッター

ワンチップ気圧センサーを利用したポリエチレンロープ(0.5mmφ)をニクロム線によって破断する小型カッターを製作し、100m から 8km 程度の任意の高度で気球に吊るしたペイロードを切り離すこととした。この装置の試験は、2008 年 3 月に宮崎県北浦および 2008 年 4 月にアラスカ・フェアバンクスにおいて自由気球からのペイロード切り離し実験(ともに気圧 300hPa, 高度約 8km で切断)、2008 年 9 月福岡における 300m の高度における係留気球からの切り離し実験で動作確認を行った。切断高度の誤差は 50m 程度と確認された。

4.2 カイトプレーン帰還実験

2008 年 3 月に、係留気球で小型カイトを高度 100m まで飛揚し、ラジコンプロボによる指令でカッターを動作させて切り離し、手動で帰還させる実験を行った。

2008 年 10 月に、係留気球で小型カイトを 300m まで飛揚し、気圧動作による自動カッター、プロボによる指令でカッターを動作させ、自動操縦で帰還させる実験を実施予定。

4.3 モータグライダー帰還シミュレーション

中緯度のジェット気流が強い(最大風速 40m/sec at 10km)条件下で、高度 10km で切り離した場合の帰還シミュレーションを行った(小材ら,2008)結果、動力飛行することなく放球ステーション上空に帰還し、動力を利用した安全な着陸・回収が可能であることが示された。

5. まとめ

気球-無人機複合プラットフォームの可能性について検討、実験を行ってきた。現時点で高度 10km 程度までの 2kg のペイロードの回収観測の可能性が非常に高いことが確認された。今後は、順次実験を積み重ね、残された課題を解決し観測を実現させてゆく。

参考文献

小材ら(2008), 大気観測用気球分離型自律帰還 UAS についての検討, 第 44 回飛行機シンポジウム稿集

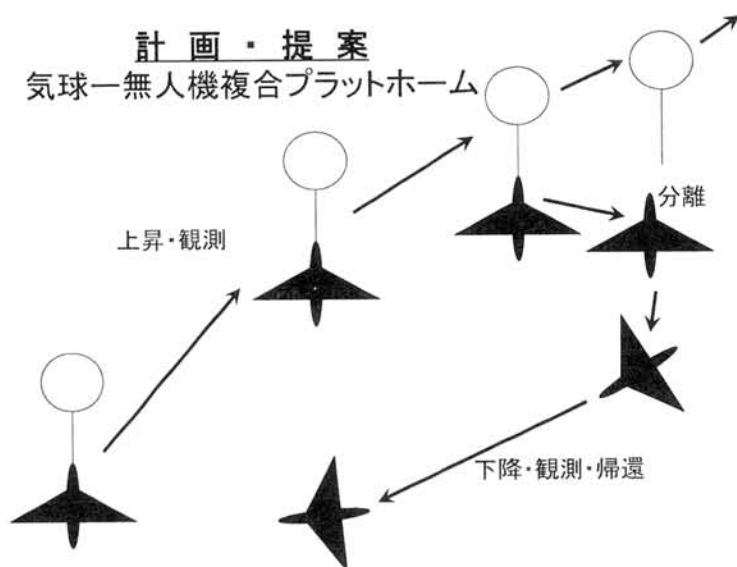


図1 気球-UAV 自律回収プラットフォームのオペレーションイメージ



図2 ペイロード 2kg 用小型電動カイトプレーン(主翼は取り外してある)

猪上 淳 (JAMSTEC) ・ Rune Storvold (NORUT) ・ Stian Solbø (NORUT) ・ Andreas Tøllefsen (NORUT)

Applications of UAVs to atmospheric and land/ocean surface observations in Ny-Ålesund

Jun Inoue (JAMSTEC) ・ Rune Storvold (NORUT) ・ Stian Solbø (NORUT) ・ Andreas Tøllefsen (NORUT)

Using a small robotic aircraft called the Cryowing, atmospheric and ocean/land surface observations were made over Ny-Ålesund, Svalbard, Norway from 31 July to 17 August 2008. The aircraft has meteorological sensors to observe dynamic and static air pressures, air temperature, and relative humidity, infrared thermometer to observe surface temperature, and digital camera to record the surface characteristics. From the results of surface mapping, the atmosphere responded differently with different types of surface (i.e., grass, crust, glacier, and ocean). The continuous observation at the same region showed that the temporal change in incoming solar radiation affects the variation of surface temperature due to difference in surface albedo, resulting in spacial distribution of air temperature in the boundary layer. While in a long ocean flight, the strong SST gradient was observed between the warm Atlantic water and melted water of sea ice near the Fram Strait. The air temperature above 150-m level observed by the CryoWing was clearly high over the warm current. These results demonstrate the utility of recent advances in UAV technology for monitoring and interpreting the spatial variations in cryosphere.

1. はじめに

北極圏での熱・水輸送過程を考える上で、地表/海面の状態に対して大気はどう応答するかは重要な課題のひとつである。表面状態を詳細に観測するには現地調査や衛星観測などの手法があるが、上空の大気状態を同時に調べるには気象観測も必要となる。それを可能とするのが航空機観測である。ノルウェーのスピッツベルゲン島ニーオルスは北側がフィヨルド、南側が氷河後退域となっており、変化に富む表面分布である。また北極海にも面していることから海水域も近く、機動的観測手法である無人航空機 (UAV) の有効性を試す場所として適している。本研究では、2008 年夏にニーオルスンで行った UAV 観測の結果を紹介する。

2. CryoWing

使用 UAV は NORUT が運用する CryoWing(図 1) で、これまでノルウェー国内や南極での気象・雪氷観測の実績がある。CryoWing は気象センサーやデータ通信のイリジウムモデムの他に、デジタルカメラ、赤外線温度計などを同時に搭載できる (燃料込で 10kg までのペイロード可)。本研究では、デジタルカメラで表面状態や雲の有無を確認しながら、表面温度の分布や上空の大気への影響 (気温等) を、ニーオルスン日本基地「ラベン」付近の矩形領域での連続観測と、フラム海峡の氷縁域付近までの長距離観測によって調べた。

3. 大気・表面観測結果

ラベン付近で行った矩形パターン連続観測では、土壌の違いによる表面温度・気温変化が顕著で、特に短波放射の時間変化に伴う表面温度の応答が、気温にも反映されていた (図省略)。曇天時 (8 月 10 日) と晴天

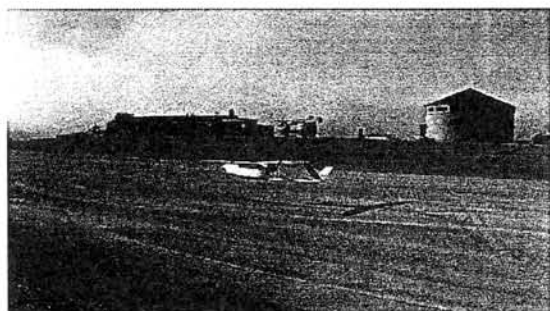


図 1: 着陸時の CryoWing。日本基地付近の滑走路を利用。

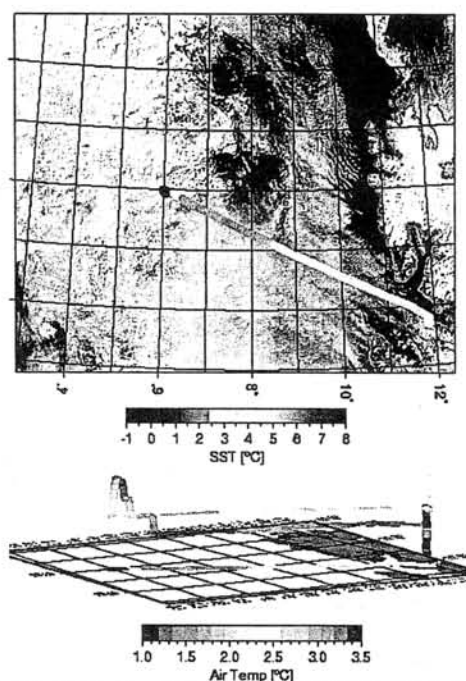


図 2: 8 月 14 日に CryoWing によって観測されたフラム海峡上の SST(上) と気温 (下)。衛星画像は MODIS 可視画像。

時 (8 月 12 日) の事例を比較することで、地表面に対する大気応答を詳細に調べることが可能となる。

図 2 は 8 月 14 日にフラム海峡へ向けて片道 150km の長距離観測で得られた海面水温 (SST)(上図) と高度 150m と 250m での気温 (下図) の分布である。フラム海峡は暖かい大西洋水が北極海へ向けて北上する海域であるが、その SST は西方に向けて 4 °C から 5.5 °C まで変化し、高度 150m や 250m での気温でもこの SST の変化に伴う気温上昇が観測されていた (下図)。さらに西方の氷縁域では、海水の融解の影響で SST が 0 °C まで急低下し、その SST フロントの水平スケールは約 10km であった。

今回取得されたデータは、気象データが乏しい地域での気象予測可能性の研究や、氷縁域での SST 衛星プロダクトの検証にも応用可能である。講演では、取得された画像を含め、観測結果を詳細に説明する。

謝辞: 本研究は、文部科学省科学研究費補助金若手 A(18681994)、国立極地研究所共同研究、および宇宙航空研究開発機構 GCOM 共同研究の下で行われた。

オホーツク海・バイカル湖天然ガスハイドレートの水和数

八久保 晶弘、入木 秀章、坂上 寛敏、南 尚嗣、庄子 仁 (北見工業大学)、Y. K. Jin (韓国極地研究所)、
A. Obzhairov (ロシア太平洋海洋学研究所)、O. Khlystov (ロシア陸水学研究所)

Hydration number of natural gas hydrate obtained in the Sea of Okhotsk and Lake Baikal

Akihiro Hachikubo, Hideaki Iriki, Hirotooshi Sakagami, Hirotsugu Minami, Hitoshi Shoji (Kitami Institute of Technology), Young K. Jin (Korea Polar Research Institute), Anatoly Obzhairov (V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS), Oleg Khlystov (Limnological Institute SB RAS)

Hydration number of natural gas hydrate retrieved from the Sea of Okhotsk and Lake Baikal was investigated. Because the main gas component of the samples was methane, hydration number can be calculated by using the Raman spectra of C-H stretching mode and a thermodynamic calculation. The samples were maintained at a temperature of 123K during Raman operation. The hydration numbers of the samples were 6.19 ± 0.02 (the Sea of Okhotsk) and 6.21 ± 0.02 (Lake Baikal), respectively. We can say that Raman spectroscopic method is also applicable for natural gas hydrates of which gas composition is almost pure methane.

はじめに

世界各地の海底・湖底堆積物中および永久凍土中で見つかった天然ガスハイドレートは、将来のエネルギー資源として注目されるだけでなく、自然界における膨大な量のメタンガス貯蔵庫である、という視点から、その現状および生成・維持・解離過程の解明が期待されている。ガスハイドレート(クラスレートハイドレート)は、ゲストガス分子が水分子の作るケージに取り込まれた包接化合物である。ガスハイドレートの水和数(ゲストガス分子 1 個に対する水分子の数)は、例えば結晶構造 I 型の場合、仮にゲストガスのケージ占有率が 100%であれば最小値 5.75 となる。しかしながら、天然・合成を問わずガスハイドレートには必ず空きケージがあり、5.75 より大きな水和数が多い研究者によって報告されている。さらに、結晶構造が異なれば水和数も大きく変化すると考えられる。例えば、Kida *et al.* (2008) はバイカル湖で採取された結晶構造 I 型および II 型ガスハイドレートの NMR スペクトルから、それぞれの水和数が大きく異なることを示した。本研究では、北見工業大学未利用エネルギー研究センターがオホーツク海サハリン沖およびバイカル湖で 2003～2007 年にかけて採取した天然ガスハイドレートサンプルについてラマン分光法の適用を試み、ほぼ純粋なメタンハイドレートとみなせるサンプルの水和数を推定した結果を紹介する。

測定手法およびサンプル

ラマン分光法ではガスハイドレートサンプルのゲスト分子情報を非破壊で得ることができ、NMR 法と比較して簡便かつ有用な測定手法として用いられている。構造 I 型のメタンハイドレートでは統計熱力学モデルと合わせて水和数を求めることができる (Sum *et al.*, 1997)。測定で使用する天然ガスハイドレートサンプルは、野外調査で採取後すぐに液体窒素温度に冷却・保存されている。これを実験室内で顆粒状に砕き、冷却状態のままサンプルを温度制御ステージ(温度は 123K で一定)にセットした。ラマンスペクトルはラマン分光装置 (JASCO Corp.: RMP-210) で測定され、露光時間 60 秒×10 回積算を同一サンプルの複数箇所で行なった。なお、サンプル測定毎にポリプロピレン標準サンプルの 1460cm^{-1} ピークを参照することで波数校正を行なった。

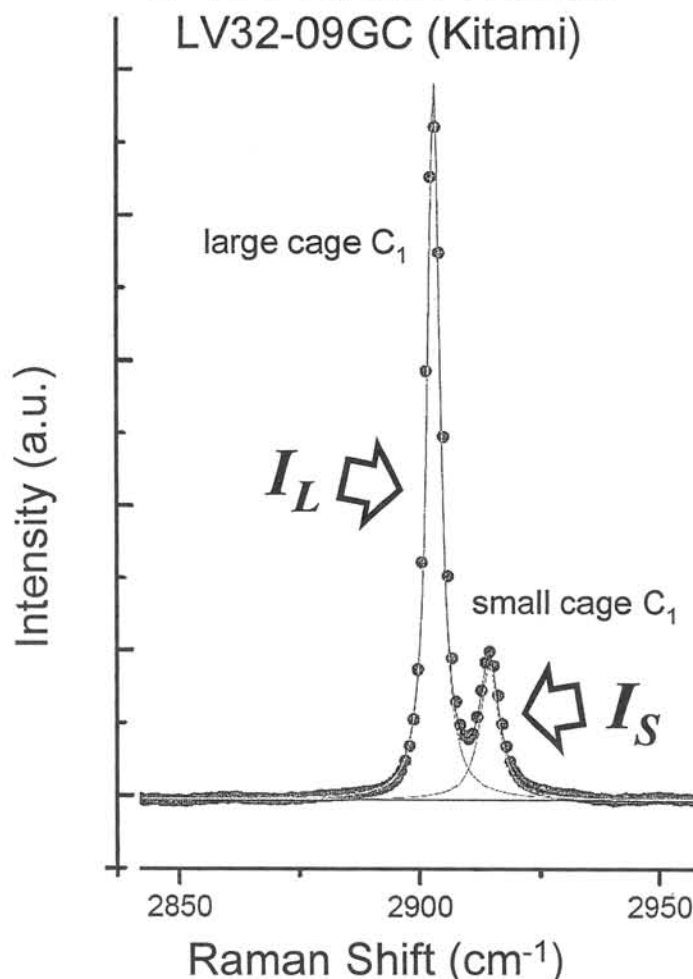
測定結果および考察

オホーツク海サハリン沖のガス湧出域 (Kitami structure) で採取されたサンプルのラマンスペクトルの一例を右図に示す。人工メタンハイドレートでは、構造 I 型の大ケージ・小ケージにそれぞれ包接されるメタン分子のピークが、ラマンシフト 2904cm^{-1} および 2014cm^{-1} 付近に現われる。オホーツク海で得られた天然ガスハイドレートのガス組成はメタンが 99% 以上であり、合成メタンハイドレートサンプルのラマンスペクトルに極めて似ていると言える。Kitami structure を含む 6 つのガス湧出域 (Hieroglyph・CHAOS・KOPRI・VNII Okeangeologia・Gisella) で得られた 10 サンプルについて、大小ケージそれぞれのピーク面積 I_L および I_S の比から水和数を計算した結果、 6.19 ± 0.02 となり、湧出域ごと・水深ごとの違いは見られなかった。

一方、バイカル湖南湖盆の Bolshoy・Malenky・Peschanka の各地点では、 C_2 以降の炭化水素ガスが 10~100ppm 程度であり、オホーツク海のサンプルと同様、ほぼメタンハイドレートとみなせる。これらの地点で採取された 6 サンプルについて同様にラマンスペクトルを求めた結果、 6.21 ± 0.02 となり、やはり湧出域ごと・水深ごとの違いは見られなかった。

また、バイカル湖中央湖盆の Kukuy K-2 では C_2 濃度が 3~14% 程度であり、構造 II 型が出現するだけでなく、構造 I 型・II 型が混じったサンプルも見つかっている。ゲストガスにエタンが混入するとピーク数は増え、NMR 解析と比較してピーク分離が困難な欠点が顕著となるため、現段階では水和数は求められていない。この点については今後の課題である。

C-H stretch mode LV32-09GC (Kitami)



オホーツク海天然ガスハイドレートのメタン C-H 伸縮モードによるラマンピークの例。

- 1) Kida *et al.* (2008): Cage occupancies of natural gas hydrates encaging methane and ethane, Proceedings of the 6th International Conference on Gas Hydrates.
- 2) Sum *et al.* (1997): Measurement of clathrate hydrates via Raman spectroscopy, J. Phys. Chem. B, Vol.101, pp7371-7377.

1974 年ウェッデルポリニアにおける深い対流の地球化学的証拠と

海面二酸化炭素分圧の見積もり

本井達夫（気象研）、笹井義一（FRCGC/JAMSTEC）、石井雅男（気象研）、緑川貴（気象研）

Geochemical evidence for deep convection and estimation of sea surface carbon dioxide partial pressure in 1974 Weddell Polynya

Tatsuo Motoi (MRI), Yoshikazu Sasai (FRCGC/JAMSTEC), Masao Ishii (MRI), Takashi Midorikawa (MRI)

Oceanographic data obtained by Japanese Antarctic Research Expedition in the summer 1975 clearly show geochemical evidence for previous winter deep convection in 1974 Weddell Polynya. Apparent oxygen utilization in 1975 indicates uniform value in deep layer, which is smaller than that in 1974. Silicic acid in 1975 also has uniform vertical structure of remnant mixed water by previous winter deep convection. These geochemical features are consistent with the features in temperature and salinity in deep layer in the sense of deep convection. Assuming that the remnant uniform water observed in the summer of 1975 cropped out in the sea surface and faced to the atmosphere in the previous winter of 1975, sea surface temperature and salinity might be 0.05°C and 34.658psu in 1974 Weddell Polynya. Using dissolved inorganic carbon and alkalinity dataset provided by Global Ocean Data Analysis Project, sea surface dissolved inorganic carbon and alkalinity might be $2249\mu\text{mol/kg}$ and $2349\mu\text{mol/kg}$, respectively. From these sea surface temperature, salinity, dissolved inorganic carbon and alkalinity values, sea surface carbon dioxide partial pressure in the 1974 Weddell Polynya can be estimated as $455\mu\text{atm}$, which is larger than the atmospheric carbon dioxide partial pressure of $331\mu\text{atm}$ in the winter of 1974.

1974 年の冬季に起こったウェッデルポリニア（図 1）の内部で海面から水深約 2500m に達する深い鉛直対流混合が起こっていたであろうことが、日本南極観測隊によって得られた海洋観測データの見かけの酸素消費量（AOU）（図 2 (a)）や珪酸（図 2 (b)）といった海洋地球化学的な要素から示された。このことは既に報告されている水温と塩分からの知見と整合している。全炭酸とアルカリ度の値を仮定して 1974 年冬季のウェッデルポリニア海面の二酸化炭素分圧の値を見積もると $455\mu\text{atm}$ となった。この値は、1974 年冬季の大気二酸化炭素分圧の値、 $331\mu\text{atm}$ 、に比べて $124\mu\text{atm}$ 高い。

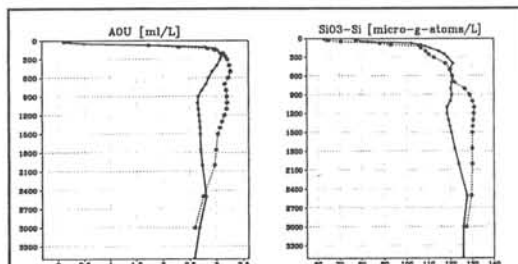


図 2 (a) AOU と (b) 珪酸の鉛直分布
点線：1974 年の測点 17 実線：1975 年の測点 7

南大洋のインド洋およびオーストラリアセクターにおける 表層海洋中の二酸化炭素分圧の分布と変動

橋田 元、中岡慎一郎、山内 恭（国立極地研究所）
青木周司、中澤高清（東北大学院・理学研究科）
杉本 綾（海上保安庁・海洋情報部）

LONG-TERM VARIATION OF OCEANIC CO₂ AND POSSIBLE ACIDIFICATION IN THE INDIAN SECTOR OF THE SOUTHERN OCEAN

G. Hashida¹, S. Nakaoka¹, T. Yamanouchi¹, S. Aoki², T. Nakazawa², A. Sugimoto³

1 - National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

2 - Tohoku University, Sendai, Japan

3 - Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

Long-term monitoring of the partial pressure of CO₂ in the surface seawater ($p\text{CO}_2$) on-board Japanese icebreaker SHIRASE has been carried out in the Indian sector of the Southern Ocean since 1987 as a part of Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). Meridional distributions of $p\text{CO}_2$ along 110 °E in early December and along 150 °E in late March clearly show steep changes at such fronts as Subtropical Front, Subantarctic Front, and Polar Front. $p\text{CO}_2$ of each zone divided by the fronts can be distinguished from the others by the difference of averaged $p\text{CO}_2$ in the zone. Although $p\text{CO}_2$ of each zone shows interannual variation, secular trend is detectable. For example, estimated increasing rate of $p\text{CO}_2$ in the permanent open ocean zone between polar front (around 53 °S) and northern edge of winter ice cover (63 °S) is about 1.5 $\mu\text{atm/y}$ which is almost same as the increasing rate of atmospheric CO₂ concentration. Oceanic acidification corresponding to $p\text{CO}_2$ increase is one of the most direct effects of increasing atmospheric carbon dioxide. Preliminary analysis of pH which has been observed on board SHIRASE and her predecessor FUJI shows gradual decrease from 1980 to 2005.

大気・海洋間の二酸化炭素交換量を定量的に把握することは、全球炭素収支の解明にとって必須である。また、大気中の二酸化炭素濃度増加に応じて、表層海洋中の二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) も増加していることは、さまざまな海域の観測から明らかになってきており、これに起因する表層海洋中のpHの上昇も危惧されている。このような観点から、系統的な $p\text{CO}_2$ の観測が全球的に展開されてきたが、南大洋は他海域に比べて観測機会が限られていることを鑑み、1987年の第29次南極地域観測隊から、南極観測船「しらせ」船上で、南大洋インド洋およびオーストラリアセクターにおいて、大気中の二酸化炭素濃度および $p\text{CO}_2$ の連続測定を開始した。

観測の期間と場所は、12月には、東経110線沿いの南進航路（南緯40度～60度）および南緯60度沿いの西進航路（東経40度～110度）、2月～3月には、南緯60～65度沿いの東進航路（東経40度～150度）および東経150線沿いの北進航路（南緯40度～60度）である。また、極域海洋では、夏季に植物プランクトンのブルーミングが起こり、表層海洋中の二酸化炭素分圧が急減することが知られている。この変動を捉えるため、2002年夏季に、東経150度線において、東京大学海洋研究所・白鳳丸（1月3日～20日）、第43次南極地域観測隊専用観測船Tangaroa（2月25日～3月4日）、しらせ（3月9日～3月19日）による複数船時系列観測を実施した。南大洋における $p\text{CO}_2$ の分布と変動は、周南極海流域における多数のフロントや、南極大陸沿岸域における季節的に消長する海氷と夏季のブルーミングなどの影響を強く受ける。緯度分布においては、上記の物理・生物過程を反映して、Sub-Antarctic Zone（およそ南緯45度～55度）、Polar Frontal Zone（南緯55度付近）、Permanent Open Ocean Zone（およそ南緯55度～65度）、Marginal Ice Zone（南緯65度以南）で大別される。Sub-Antarctic Zone およびPolar Frontal Zone は、フロントにおける不連続的な変化が特徴である。Permanent Open Ocean Zone は空間的な変化が比較的小さく、先行研究においても大気中の二酸化炭素濃度増加率とほぼ同程度の $p\text{CO}_2$ 増加が観測されている。しらせにおける東経110度の観測においては、極前線が位置する南緯53度付近と冬季海氷縁が位置する南緯63度付近の間のPermanent Open Ocean Zoneでは、空間的な変動が比較的小さく、経年変化を1.5 $\mu\text{atm/y}$ と見積もることができた。また、「ふじ」および「しらせ」によって継続されてきた観測結果から、インド洋セクターの南緯60度近傍においては、表層におけるpHのわずかな現象傾向が確認された。

夏季のリュツォ・ホルム湾定着氷下における一次生産と溶存炭酸物質

大槻 晃久（神奈川県水産技術センター相模湾試験場）

Primary production and carbonate system under summer fast ice in the Lützow-Holm Bay.

Akihisa S. Otsuki

(Kanagawa Prefecture Fisheries Technology Center, Sagami Bay Experimental Station)

Dissolved inorganic carbon (DIC) and nutrients (NO_3 , NO_2 , PO_4 and SiO_2) concentrations of surface water under the fast ice were observed near the Syowa Station in 2004–2005 summer. DIC and NO_3 concentrations decreased $170 \mu\text{mol/kg}$ and $26 \mu\text{mol/kg}$ respectively by primary production during 1 month. As a result, surface water fCO_2 was less than $150 \mu\text{atm}$. Therefore, it is considered that the surface water under the summer fast ice had the ability that could absorb the atmospheric CO_2 . However, the existence of fast ice will obstructs CO_2 absorption from atmosphere to seawater. Consequently, it was not expected that the surface water under the fast ice acts as the absorption source of the atmospheric CO_2 . But this large primary production will be important for the ecosystem of the Antarctic coastal area.

高密接度に見える南極大陸周辺の定着氷域でも、夏季にはところどころに開放水面や薄氷域が形成され、海中に太陽光が到達するので、定着氷下の一次生産量は意外に大きいと考えられる。そこでその一次生産のようすを定量的に知るために、2004年12月下旬から翌年1月下旬までの1ヶ月間、昭和基地周辺のリュツォ・ホルム湾の定着氷下の海水を時系列で採取し、海水中の溶存無機炭素(DIC)と栄養塩(硝酸、亜硝酸、リン酸、ケイ酸)の濃度の変化を調べた。

観測期間の1ヶ月間に表層水(水深2m)の硝酸濃度は $26 \mu\text{mol/kg}$ 、DICは $170 \mu\text{mol/kg}$ 減少した。硝酸濃度の減少量に対するDIC濃度の減少量の比は6.7で、一般的なレッドフィールド比に近いこと、観測期間中に植物プランクトン量が大きく増加したことから、この栄養塩とDICの減少は植物プランクトンの一次生産によるものと考えられる。

海水の炭酸物質の平衡関係を用いてDIC濃度から海水中のガス状の二酸化炭素の量(fCO_2)を見積もると、1月下旬には $150 \mu\text{atm}$ を下回っていたとみられる。これは大気中の二酸化炭素分圧($>370 \mu\text{atm}$)より大幅に低く、定着氷下の表層水は大気中二酸化炭素の吸収源となり得ることが期待される。しかし実際には定着氷が大気－海洋間の気体交換を阻害するため、大気から海洋への二酸化炭素吸収はほとんど行われまいだろう。

ただし定着氷が融解・消失したときは大きな二酸化炭素の吸収域となる可能性もある。そしてこの大きな一次生産は南極大陸沿岸域の生態系にとって重要であると考えられる。したがって、定着氷域における炭素循環に関する研究の一層の充実が望まれる。

そり牽引型海氷厚観測システム “Ice Worm” の越冬期間中の観測結果

下田 春人(海上技術安全研究所)、館山 一孝(北見工業大学)、福井 幸太郎(国立極地研究所)、
石崎 教夫(人間環境フォーラム)、宇都 正太郎(海上技術安全研究所)、牛尾 収輝(国立極地研究所)

Observation of Landfast Ice Thickness by JARE 48th Wintering Party using Sledge-borne Electro-Magnetic Inductive Instrument “Ice Worm”

H. Shimoda, (NMRI), K. Tateyama (Kitami Inst. Tech.), K. Fukui (NIPR),
N. Ishizaki (Global Environmental Forum), S. Uto (NMRI) and S. Ushio (NIPR)

ABSTRACT

We developed the sledge-borne instrument of sea ice thickness observation “Ice Worm” to reveal the growth and decay processes of the land-fast ice in Lützow-Holm Bay. The instrument consisted of the portable electro-magnetic inductive device, GPS, data logger and batteries, and towed by the snow vehicle. During the winter operation of JARE48th, we conducted the repeated measurements of sea ice thickness along Syowa Station to Tottuki Point route from April to December, 2007. The sea ice thickness attains its maximum in late October. The sea ice thickness increases about 0.8m on average from April to October.

1. はじめに

リュツォ・ホルム湾定着氷の発達及び融解過程を明らかにすることを目的とし、第47次日本南極地域観測隊(JARE47)から越冬中を含めた定着氷厚のモニタリング観測を実施している。

47次夏隊で「そり牽引型海氷厚観測システム」“Ice Worm”を現地で組み立て、観測システムの確認を行うと共に詳細な精度検証を実施した。越冬隊では耐寒性を含めた越冬期の運用方法を調査し改良を加え、その耐久性を高めることができた。また7度に及ぶ連続氷厚観測と氷厚実測(ドリリングによる)により本観測システムの有効性を明らかにした(下田他、2006)。

JARE48では越冬期間中、昭和基地～とつつき岬間の定期的な観測が実施された。約8ヶ月間の定着氷の氷厚データが得られたので報告する。

2. 観測手法

Photo 1にIce Wormの運用の様子を、Fig.1にIce Wormの構成を示す。本システムの構成は前報(下田他、2006)に詳しいので省略する。

3. 観測結果

Table1にJARE48における観測概要を示す。昭和基地～とつつき岬間の観測はほぼ1ヶ月おき、計8回の観測を実施した。観測ルートをFig.2に示す。また、昭和基地～向岩、オングル島周回観測も実施した。

Fig.3に2007年4月24日から12月16日まで8回分のとつつき岬から昭和基地までの氷上輸送ルート上約1.4kmの全氷厚(氷厚+積

雪深)の変化の様子を示す。ドリリングによる氷厚の実測も実施したが、Ice Worm観測による全氷厚データとは良い一致を示している。

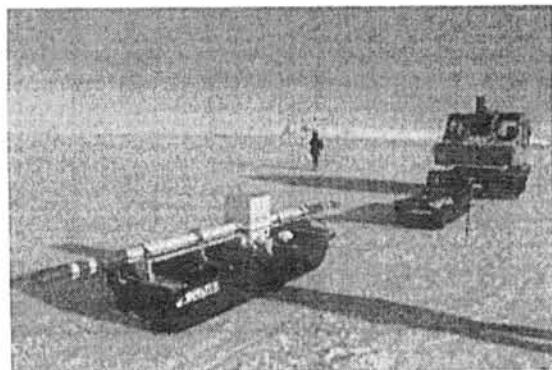


Photo 1 そり牽引型氷厚観測システム

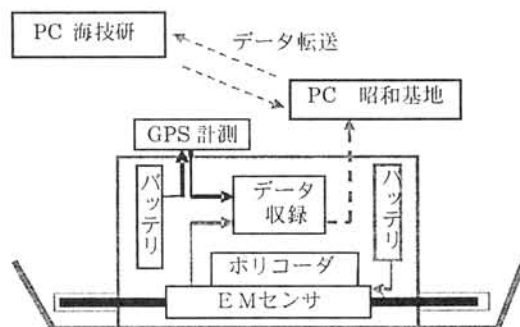


Fig 1 Ice Worm の構成

とつつき岬から4km地点までは氷厚の変化が大きい。南極大陸沿岸に近いので、多年氷になっている所は比較的厚く、1年氷と思われる薄い所も見られる。4km地点から岩島手前の

11km 地点までのオングル海峡部は1年氷と思われ平坦な氷が続いている。海峡中央部にかけ若干氷厚が薄くなっているのがわかる。11km 地点を過ぎ、岩島、北の浦の間は多年氷が占め全氷厚も3m 近くになっている。昭和基地手前には潮汐によると思われるクツラク部に氷厚が薄い所があるのがわかる。Ice Worm の観測では海氷厚と積雪深を区別することができないので、積雪深のデータの蓄積も今後必要になる。

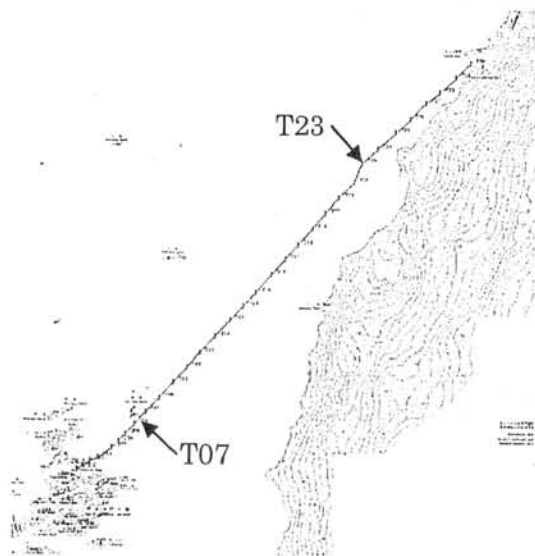


Fig.2 とつつき岬ルート

Table1 観測概要

No.	年月日	観測ルート
1	2007/4/24	昭和-とつつき岬
2	2007/5/2	昭和-向岩
3	2007/5/18	昭和-とつつき岬
4	2007/5/22	オングル島周回
5	2007/7/1	昭和-とつつき岬
6	2007/7/31	昭和-とつつき岬
7	2007/8/27	昭和-とつつき岬
8	2007/9/17	昭和-とつつき岬
9	2007/10/25	昭和-とつつき岬
10	2007/12/3	昭和-向岩
11	2007/12/16	昭和-とつつき岬
12	2007/12/16	昭和-向岩

Fig.4 にとつつき岬から1km 置きの地点の全氷厚の観測期間中の時間変化を示す。第1回目の4月24日から氷厚は増加し10月25日の観測値が最大値を示し、約6ヶ月間の平均氷厚増加は0.8m

となった。昭和基地の平均気温は8月下旬に最低になるが、最大氷厚は2ヶ月後の10月下旬になることがわかる。12月16日の観測ではほとんどの地点で氷厚が減少している。

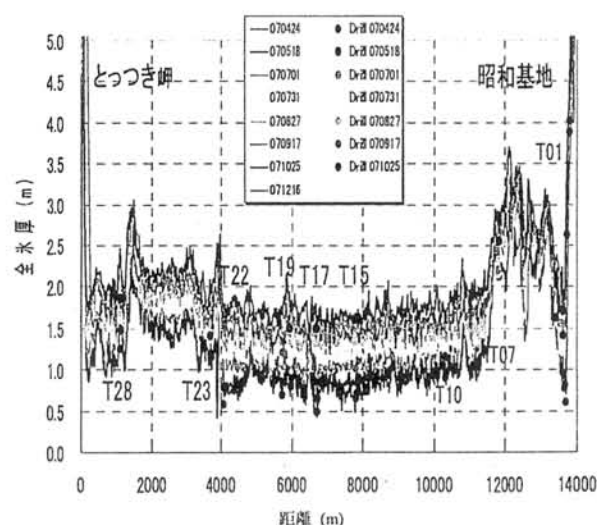


Fig 3 とつつき岬ルート上の氷厚分布

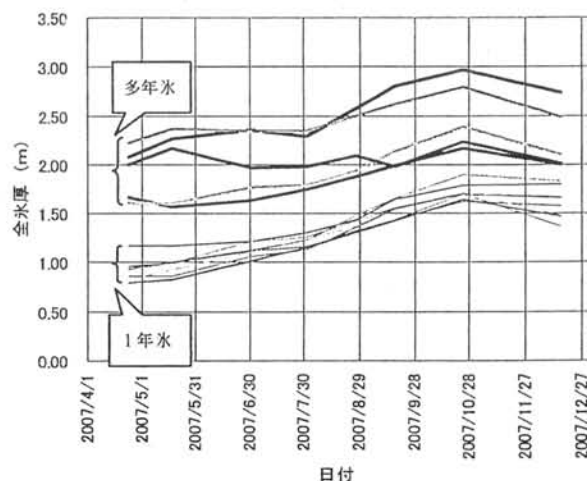


Fig 4 とつつき岬ルート上の氷厚変化

謝辞

本観測の実施にあたって宮岡越冬隊長をはじめ JARE48 のメンバーには多大なご協力を頂いたことに感謝する。

参考文献

下田他、極域気水圏・生物圏合同シンポジウム講演要旨集(2006)

オプティカルフローを用いた海氷移動検出法

根本 紘平、佐藤 良、大宮 拓磨、富澤 廉、藁科 秀男（仙台電波高専）

Sea ice movement detection method using optical flow

K. Nemoto, T. Ohmiya, R. Sato, R. Tomizawa, H. Warashina

(Sendai national college of technology)

Abstract : Recently, we live with the technological progress that develops at a remarkable speed. This research detects the movement of the ice sheet of the South Pole by using the remote sensing technology, and does the movement detection of the drift ice in the Okhotsk. When the movement was detected, optical flow was used.

1、はじめに

近年、我々は目覚ましい速度で発展している技術進歩と共に生活している。本研究ではその技術進歩の上で可能になってきた衛星を使った画像処理を扱うものである、従来では認識が難しいあらゆる情報を見つけ出すことができるようになった。

本研究はリモートセンシング技術を用い、南極の氷床の移動検出、またはオホーツク海における流氷の移動検出を行う。移動検出の際には、オプティカルフローを用いた。

2、オプティカルフローの原理

オプティカルフローとは、動画像において移動体の動きを表すベクトルのことであり、方向を運動方向、長さを運動量とする直線で表される。連続する画像からオプティカルフローを検出することで、画像に含まれる物体の運動方向・運動量を視覚的に表現することができる。オプティカルフローの検出法には良く使用されている方法として、勾配法とブロックマッチング法の2つが挙げられる。勾配法とは、画像の時空間微分の拘束方程式による条件からオプティカルフローを検出する方法である。その検出方法の特性から、輝度が大きく変化する画像からオプティカルフローを検出する際の誤差が大きくなる。本研究では、勾配法と比べ、比較的雑音に強いブロックマッチング法を使用した。

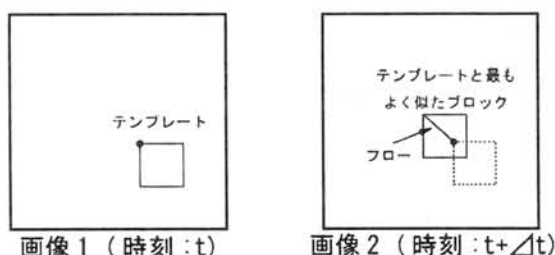


図 1 ブロックマッチング法

3、結果

今回用いた衛星画像は、それぞれ 73 年、84 年に撮影された同じ地点での南極地表面の画像である(図 2、図 3)。画像サイズは使用したプログラムに合わせ、 256×256 [pixel]に切り出したものを使用した。これらの画像からオプティカルフローを検出したものが図 4 である。物体の移動が線として表され、氷床の移動が視覚化されているのがわかる。

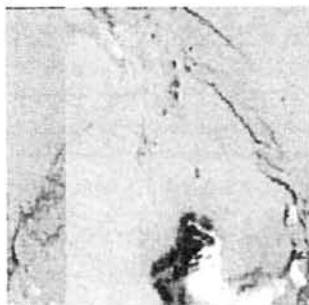


図 2 73 年画像



図 3 84 年画像

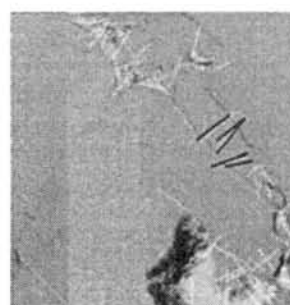


図 4 合成画像

また、オホーツク海における海氷の移動検出も行った。1 枚目は 02 年 2 月 3 日の衛星画像を使用した(図 5)、2 枚目は 2 日後の同じ地点での衛星画像を使用した(図 6)。画像サイズは使用したプログラムに合わせ、 256×256 [pixel]に切り出したものを使用した。

これらの画像からオプティカルフローを検出したが、全範囲検出の場合動きに関係のないフローが多く検出されてしまい、求めている結果が得られなかった(図 7)。原因として、温度変化や流氷同士の衝突によって生じる海氷自体の変形、気候の変化などによる撮影環境の変化が考えられた。解決法として検出範囲を指定する事でこれらの影響を最小限に抑えることで、良好なフロー検出ができるのではないかと考えた。実際に範囲を指定した場合、フローの数が減り、比較的良好な結果が得られ、範囲指定することはオプティカルフロー検出の際は有効なことがわかった(図 8)。



図 5 02.2.3 画像



図 6 02.2.5 画像

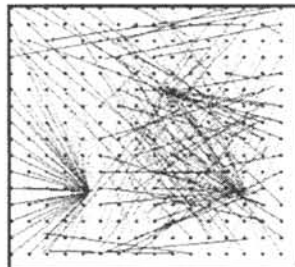


図 7 通常検出

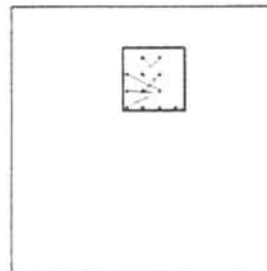


図 8 範囲指定検出

4、参考文献

- [1] 富澤 廉、仙台電波高専卒業論文 (2007)
- [2] 日本リモートセンシング研究会編、図解リモートセンシング (1992)

AMSR-E と SSM/I データを用いた海氷の自動トラッキングの精度比較

矢口 龍太 (東海大学)、長 幸平 (東海大学)

Accuracy comparison of automatic sea ice tracking using AMSR-E and SSM/I data

Ryota Yaguchi (Tokai University), Kohei Cho (Tokai University)

ABSTRACT: In this study, the sea ice motion vectors automatically derived from pairs of AMSR-E 89GHz images (IFOV=3.5 x 5.9km) using image-to-image cross correlation were validated by comparing with sea ice motion vectors manually derived from pairs of cloudless MODIS images (IFOV=250 x 250m). Since AMSR-E and MODIS are both on the same Aqua satellite, the observation time of both sensors are the same. The relative errors of AMSR-E vectors against MODIS vectors were calculated for all the observation frequencies. If we accept relative error of less than 30% as correct vectors, 68% of AMSR-E vectors derived from a pair of AMSR-E 89GHz images (IFOV=3.5 x 5.9km) were correct. On the other hand, the percentage of correct sea ice vectors derived from a pair of SSM/I 85GHz images (IFOV=15 x 13km) observed nearly simultaneously with the MODIS images was 51%. The difference of the accuracy between AMSR-E and SSM/I may mainly reflecting the difference of IFOV.

1. 研究の背景と目的

衛星搭載マイクロ波放射計は雲の影響が小さく、全球の海氷を毎日観測できるため、その時系列の観測画像から海氷の移動ベクトルを自動抽出する研究が様々な機関で行われている。通常、海水域に散布された漂流ブイの位置情報を真値として自動抽出ベクトルの精度検証を行うが、この方法では広大な海水域に対して少数の位置情報しか得られず十分な精度検証ができない。そこで本研究では、マイクロ波放射計 AMSR-E と SSM/I のデータから自動抽出した海氷移動ベクトルの精度を光学センサ MODIS の高分解能画像を用いて評価することを目的とした。

2. 使用したデータと研究の方法

今回の実験ではオホーツク海の水氷域を対象として精度検証を行った。使用したデータの仕様を表 1 に、観測時刻を表 2 に示す。本研究では、まず 2 日間隔で取得された MODIS 画像から雲のかかっていない海水域を抽出した。そして同じ 2 時期に取得された AMSR-E 画像と SSM/I 画像からも同じ海水域を抽出した。次にテンプレートマッチングを用いて AMSR-E 画像ペアと SSM/I 画像ペアから、それぞれ移動ベクトルを自動抽出する。また MODIS 画像から目視で移動ベクトルを抽出し、これを検証用データとした。最後に目視抽出ベクトルと自動抽出ベクトルを比較し、相対誤差が 30%以下なら自動トラッキング成功、そうでなければ失敗として精度を評価した。

表 1 各センサの観測周波数 (波長) と IFOV

AMSR-E		SSM/I		MODIS	
band	IFOV	band	IFOV	band	IFOV
[GHz]	[km]	[GHz]	[km]	[nm]	[m]
6	43×75	19	43×69	841-876	250
10	29×51	22	40×60		
18	16×17	37	28×37		
23	18×32	85	13×15		
36	8.2×14.4				
89(B)	3.5×5.9				

表 2 データの観測時刻 (UT)

AMSR-E	2007/2/11, 03:25	2007/2/13, 03:15
MODIS		
SSM/I	2007/2/10, 23:23	2007/2/12, 22:52

3. 結果とまとめ

自動抽出ベクトルの精度検証結果を図 1 に示す。グラフの横軸は AMSR-E と SSM/I の各観測周波数、縦軸は目視抽出ベクトルとの相対誤差が 30%以下の自動抽出ベクトルが全体に占める割合である。今回は 774 対のベクトルを比較し、精度検証を行った。マイクロ波放射計では、周波数が高いほど IFOV が小さくなるため、精度もそれにつれて向上する傾向となった。AMSR-E 89GHz と SSM/I 85GHz の自動抽出精度を比較すると、SSM/I より IFOV が小さい AMSR-E の方が精度も高くなるという妥当な結果になった。ただし、SSM/I の精度については MODIS との観測時刻のずれによる影響も考慮する必要がある。次に偏波による精度の違いをみると大半のバンドでは H の方が精度が高いが、AMSR-E 89GHz では精度にほぼ差がなく、SSM/I 85GHz では V の方が高精度という結果が出た。これらの違いは一部の海氷が積雪などにより多年氷に似た放射特性を持ったことなどが影響していると考えられる。

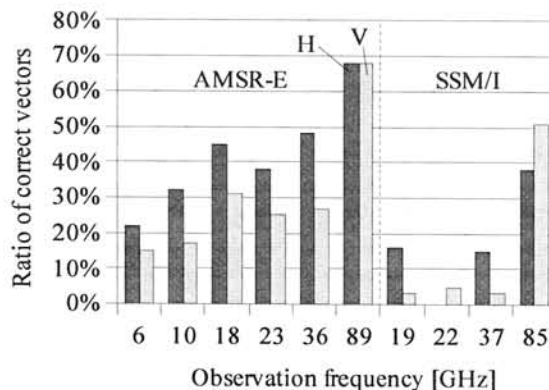


図 1 AMSR-E と SSM/I の精度検証結果

北極海夏期海氷のマイクロ波放射特性

館山一孝（北見工業大学），榎本浩之（北見工業大学），白澤邦男（北海道大学低温科学研究所）

Microwave radiation properties of the Arctic summer sea ice

Kazutaka Tateyama (Kitami Institute of Technology), Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology),
and Kunio Shirasawa (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)

Microwave radiation properties of the Arctic summer sea ice were investigated in the Chukchi Sea and Beaufort Sea during July to September 2008 as a part of the 3rd Chinese Arctic Research Expedition (CHINARE). The horizontally polarized 6GHz showed highest ability to distinguish water and ice. The difference between the vertically polarized 6GHz and 36GHz can be used for distinguishing first-year ice and multi-year ice.

1. はじめに

衛星搭載マイクロ波放射計を用いた北極海の家氷面積推定において、結氷期は高精度な推定が可能であるが、融解期は海氷密接度を過少評価する問題がある。夏期の北極海海氷の特徴は、海氷表面の雪や氷が融けて溜まる融水（Melt pond）が存在し、海氷があるにも関わらず表面の Melt pond が開放水面に近い値のマイクロ波輝度温度を示すことである。本研究は可搬型マイクロ波放射計を砕氷船に設置して得られた現場観測データから、夏期の北極海海氷のマイクロ波放射特性を調査した。

2. 観測方法

使用した可搬型マイクロ波放射計は、三菱電機特機システム製の Microwave/Miliwave Radiometer System 2A(MMRS2A, 図 1)で、観測周波数は 6GHz（垂直・水平偏波）、18GHz（垂直偏波）、36GHz（垂直・水平偏波）の 5 チャンネルを持つ。2008 年 7 月 30 日から 9 月 12 日にかけてチャクチ海・ビューフォート海で行われた第 3 次中国北極観測（The 3rd CHINARE, 図 2）において、砕氷船「雪龍」の第一甲板左舷部に MMRS2A を設置し、海氷のマイクロ波放射を連続観測した。同期観測として、電磁誘導式氷厚計（EM）による海氷厚及び表面ラフネスの測定、前方カメラによる氷況観測を行った。

3. 結果

3.1 2008 年夏期の北極海の家況

観測を実施した 2008 年 8 月 31 日の海氷面積の衛星画像を図 3 に示す。2008 年夏期の海氷は、2007 年夏期同様、平年に比べ小さい海氷面積を示し、特にシベリア側とアラスカ側で海氷の後退が顕著で、「ふたこぶラクダ」模様を示したことが特徴的であった。観測を行ったのはアラス

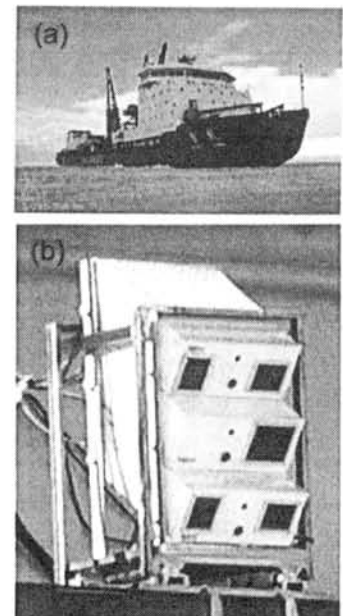


図 1 (a)雪龍と(b)MMRS2A

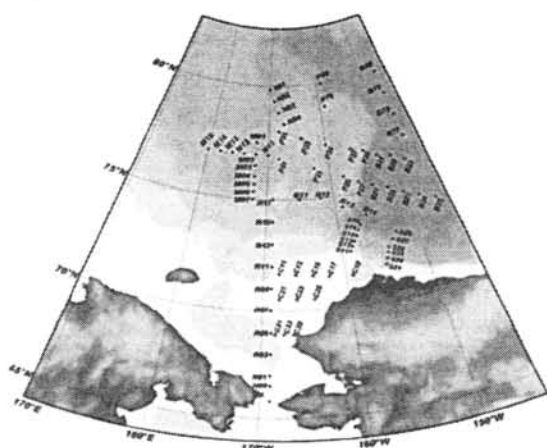


図2 第3次中国北極観測の測線

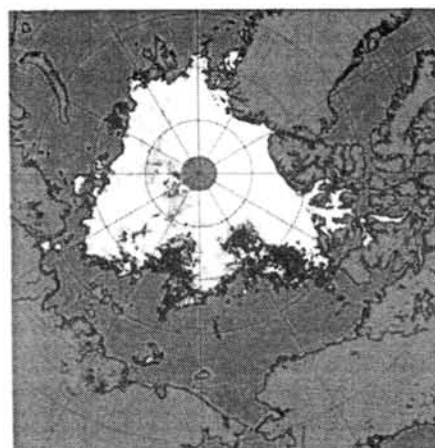


図3 2008年8月31日の海水分布

カ側の「こぶ」の位置にあたり、北緯84度付近まで0～40%程度の低密度域が広がっていた。全期間を通じて海水表面に概ね10～40%程度の Melt Pond が見られ、8月18日以降 Melt pond の凍結が始まった。

3.2 マイクロ波放射特性

図4に8月14日に氷縁で観測した MMRS2A の結果を解析例として紹介する。図4は全てのチャンネルでの時系列変化を示す。6GHz 水平偏波、6GHz 垂直偏波、18GHz 垂直偏波、36GHz 水平偏波、36GHz 垂直偏波は、開放水面ではそれぞれ約 50K、160K、180K、130K、200K と低い輝度温度を示し、海氷ではそれぞれ約 180K、210K、240K、200K、220K と高い値を示した。この結果から、海氷と開放水面の区別は低周波の水平偏波が最も適していることがわかった。また、一年氷では一般的に 36GHz 垂直偏波の輝度温度の方が 18GHz 垂直偏波よりも高い輝度温度を示すが、二年氷以上の古い氷では両者の関係は逆転していた。残念ながら今回の観測期間では Melt pond はほとんど全て表面が凍結していたため、乾いた表面の海氷との区別はできなかった。

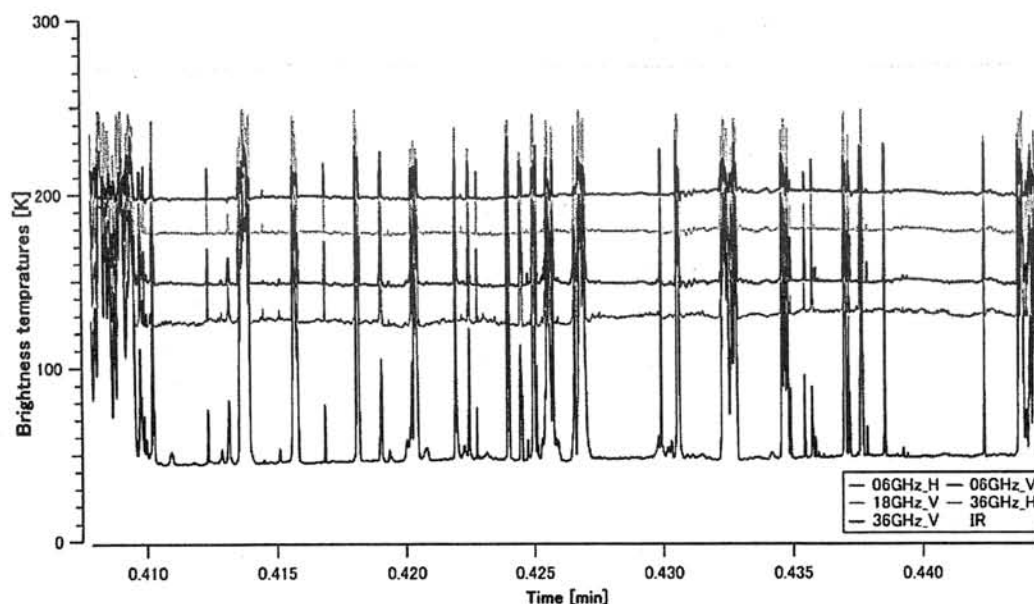


図4 MMRS2A の観測例 (2008年8月14日)

北極海における2007年夏の急激な海氷減少および2008年における変化

柴田 啓貴、館山 一孝、榎本 浩之（北見工業大学）、
板谷 広志（株式会社リブテック）、植西 祐也（大東建託株式会社）

Drastic retreat of arctic sea ice in summer 2007 and its change in 2008

Hiroki Shibata, Kazutaka Tateyama, Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology),
Hiroshi Itaya (LIVTEC), Yuuya Uenishi (Daito Trust Construction Co.,LTD)

Arctic sea ice in summer 2007 decreased in dramatic form. The minimum area was recorded in the history of the satellite observation. According to previous studies, the atmosphere caused sea ice decrease mainly. In this study, we verified sea ice retreat in 2007 and 2008 comparing SLP condition. Since the SLP pattern over Arctic Ocean in summer 2007 shows high pressure over Pacific Ocean sector and low pressure over Siberia, that pattern caused ice export. The SLP pattern over Arctic Ocean in summer 2008 caused retreat of sea ice in Beaufort Sea because that pattern was marked by high pressure over Greenland and low pressure in Pacific Ocean sector.

1. はじめに

近年、北極海の家氷面積が縮小傾向にある。特に、2007年の夏季には著しい減少が見られ、衛星での観測史上最小面積を記録した（図1）。その原因として、既存の研究では気圧配置の影響による海氷の流出やアルベドの低下による海氷の融解などが考えられている¹⁾。

本研究では、2007年の北極海の家氷配置と気温変化の観点から、2007年夏季の北極海の家氷面積の急激な減少の検証を行う。また、2007年9月以降及び2008年夏季の変化についても解析を行う。

2. データと解析方法

海氷面積の算出には、1987年から2008年までの約20年間分のSSM/I(Special Sensor Microwave Imager)データを用いた。また、気圧データには米国気象機関のNCEP(National Centers for Environmental Prediction)が作成した緯度・経度2.5度ずつの格子点における気圧データを用いた。解析方法については、海氷面積はNASA team アルゴリズム²⁾を用いて算出した。

3. 結果

3.1 海氷面積の変化

1987年から2008年9月における北極海の家氷面積の変化を示す（図2）。2007年の海氷は6月から急激な海氷面積の減少が見られた。この急激な海氷面積の減少は9月24日をピークに11月上旬まで平年を大きく下回る海氷面積を記録した。2008年については平年と比較して7月から減



図1 2007年9月24日の北極海の家氷、実線は2007年以前で最小面積であった2005年の海氷面積

少率が高くなった。本研究で用いた NASA Team アルゴリズムで算出した海水面積は 2008 年 8 月の後半で 2007 年を下回る海水面積を記録した。この結果は JAXA が Web サイトで公開している海水面積の傾向と異なる。JAXA の結果と異なる原因としては、面積算出に用いたデータとアルゴリズムが異なるためであると考えられる。

3.2 気圧配置

2007 年は北極海の北米側に高気圧、シベリア側に低気圧という気圧配置が特徴である (図 3(a))。この気圧配置の影響でシベリア側から大西洋側へ北極を縦断するような風が強まり、海水の流出が加速したと思われる。2008 年においては 7 月の後半にグリーンランド上に高気圧と北極海の太平洋側とシベリア側に低気圧の気圧配置となり (図 3(b))、カナダ側から北極点に向かう風が強まったと考えられ、2008 年の海水減少の特徴であるアラスカ側、シベリア側にできた開放水面のうちアラスカ側の海水面積の減少のきっかけになったと考えられる。2007 年及び 2008 年ともに言えるのは、風によって海水の流出してしまうほど海水が脆弱な海水状態であったことであり、密接度だけでは説明できない変化が進行していると考えられる。

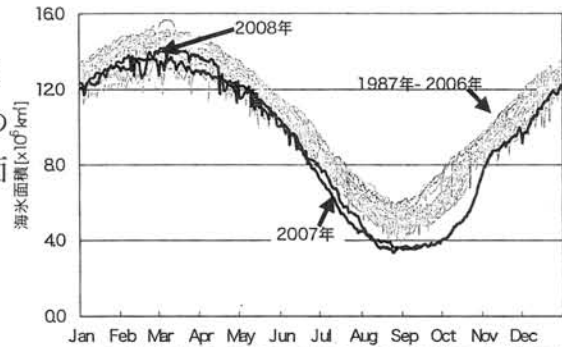


図 2 1987 年から 2008 年の海水面積の年間変化

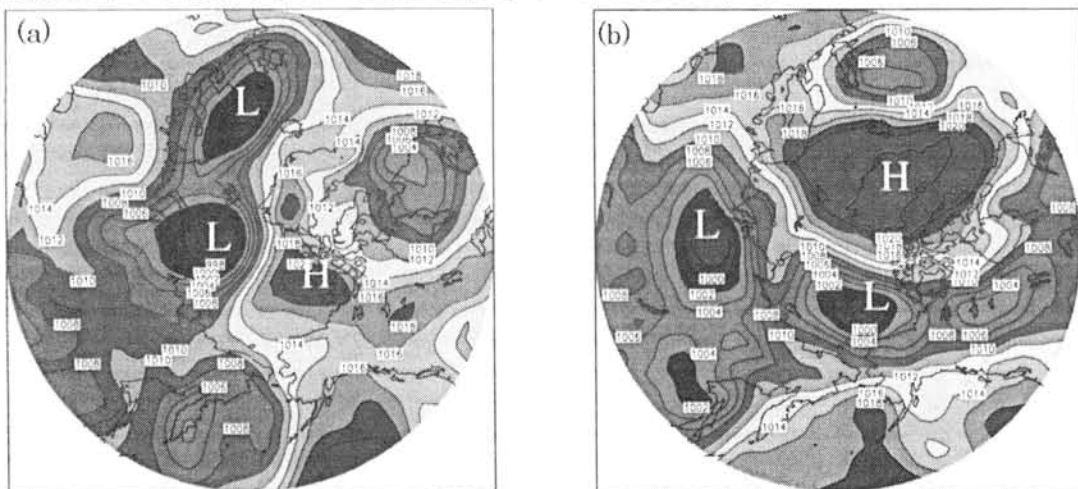


図 3 (a) 2007 年 8 月 12 日～8 月 18 日における平均の気圧配置
(b) 2008 年 8 月 26 日～9 月 1 日における平均の気圧配置

4. まとめ

2007 年の急激な海水面積の減少原因については気圧配置の影響による強い風が大きな原因の一つとして考えられる。今後は 2007 年の特徴的な気圧配置について、海水の減少が先か気圧配置による海水の減少が先かに注目して検証する。また、夏季の北極海にのみ注目していくのではなく、冬季の北極海にも注目し、季節海水域化した地域や結氷しなくなった地域についても注目していきたい。

参考文献

- 1) Zhang et al., 2008: Geophysical Research Letters, vol. 35, L11505, doi:10.1029/2008GL034005
- 2) Cavalieri and Gloersen, 1984: Journal of Geophysical Research., 89, 5355-5369

アグラス反流フロント域および亜南極フロント域における大気海洋観測

飯島 裕司（北大院環境科学院），青木 茂（北大低温研），
谷本 陽一（北大院地球環境）

Air-sea observations on the Agulhas return front and Sub-Antarctic front regions

Yuji Iijima (Hokkaido Univ.), Shigeru Aoki (Hokkaido Univ.),
Youichi Tanimoto (Hokkaido Univ.)

Interactions between marine atmospheric boundary layer (MABL) and oceanic mixed layer were examined over the Agulhas return front (ARF) and Sub-Antarctic front (SAF) region in the Southern Ocean. Intensive observations were made simultaneously by radiosondes and XBTs during the KH07-04 cruise by R/V Hakuho Maru. Over the ARF region under a clear sky condition, spatial variation of ocean heat content (OHC) in the oceanic mixed layer corresponded with that of MABL height. Over the SAF region under a foggy and cloudy condition, on the other hand, no correlation between OHCs and MABL heights was revealed. However, over the both regions, sea surface turbulent heat flux (sensible + latent heat fluxes) and surface stability parameter (sea surface temperature – surface air temperature) showed positive correlations with MABL height. Above results suggested that oceanic subsurface structure maintained by oceanic front and with huge OHC plays an important role in defining MABL structure over the oceanic frontal regions.

はじめに

これまでの中緯度海洋における大気海洋相互作用は、大気の変動に対して海洋は受動的であるという認識であった。しかし、時空間解像度が高分解能な近年の衛星観測から、中緯度海洋フロント域において、暖かい（冷たい）海面水温上で海上風速が大きい（小さい）という分布が、多くの研究から報告されている（Nonaka and Xie 2003, Chelton et al. 2004, Vecchi et al. 2004, O'Neill et al. 2003 and 2005）。このメカニズムは、暖かい（冷たい）海面水温上では、海洋から大気へ供給される熱フラックスは大きく（小さく）、大気境界層内が不安定化（安定化）することによって上層の運動量が海面へ伝わり、結果として海上風速が大きく（小さく）なると考えられ、海洋が大気へ影響を与えていることが示唆される（Wallace et al. 1989）。今日の衛星観測技術により、大気温の鉛直分布を観測することが可能になり、Liu et al. (2007)は、アグラス反流フロント域において、海面水温の影響が対流圏全体に及ぶことを示した。しかしながら、アグラス反流フロント域を含む南大洋の海洋フロ

ント上において、大気境界層の直接観測をした例は無い。そこで、本研究では、海面水温フロント域における大気境界層と海面を通した海洋亜表層の相互作用に注目し、その関係および実態を明らかにすることを目的として、アグラス反流フロント域と亜南極フロント域上でラジオゾンデ観測と XBT 観測の同時・集中観測を行なった。

観測概況および解析方法

ラジオゾンデ・XBT 観測は、アグラス反流フロント域（東経 24 度から 32 度、南緯 38 度から 44 度）と亜南極フロント域（東経 102 度から 108 度、南緯 51 度から 45 度）の 2 つの海域で実施された。それぞれ海域において、ラジオゾンデ観測と XBT 観測は同時に実施され、約 2 時間間隔で実施された。アグラス反流フロント域では、2/1 から 2/2 の二日間に計 16 点の観測を行ない、アグラス反流フロントと亜熱帯フロントを通過した。亜南極フロント域では、2/21 から 2/22 の二日間で計 17 点の観測が行なわれ、亜南極フロントを通過した。天候状態は、アグラス反流フロント域は、二日間ともほ

ば快晴であり、亜南極フロント域では、終日、霧と下層雲に覆われ、ときおり雨が降る状態であった。

ラジオゾンデ観測と XBT 観測から得られた結果から、大気境界層高度と海洋混合層における貯熱量を求めた。大気境界層高度は、仮温位が 10m 高度から 1°C 上昇した高度と定義した。海洋混合層深度は、2m 水温から 0.5°C 減少した水深と定義し、海面から海洋混合層深度までの平均水温を用いて海洋混合層内の貯熱量を算出した。このとき、 $\rho C_{pw}=4.0 \text{ (J/cm}^2\text{)}$ とした。また、海上気象観測から、Kondo (1975) のバルク式を用いて、潜熱フラックスと顕熱フラックスを算出し、それらの和を乱流熱フラックスとした。

結果

アグラス反流フロント域における大気境界層高度と海洋混合層深度は、アグラス反流フロント（東経 22.5 度付近）の暖水側で厚くなり、冷水側では急激に薄くなる。亜熱帯フロント（東経 30.5 度付近）に向かうにつれ、大気境界層高度と海洋混合層深度は、次第に大きくなり、亜熱帯フロントの暖水側でもっとも大きくなり、冷水側では急激に小さくなる。（図 1）このとき、乱流熱フラックスと大気安定性は、海洋フロントの暖水側で大きく不安定化し、冷水側では、小さく安定化していた。また、乱流熱フラックスと大気安定性（不安定を正とする）は、それぞれ大気境界層に対して、約 0.7 と約 0.4 の相関係数を示した。

亜南極フロント域における大気境界層高度は、50m から 200m と低く、下層雲の雲底高度を反映していると思われる。また、海洋混合層深度は、60m から 90m とアグラス反流フロント域よりも全体的に深く、海洋フロントを境にした大きな変化は無かった。この大気境界層高度と海洋混合層深度には、アグラス反流フロント域のような相関関係は見られなかった。しかし、乱流熱フラックスと大気安定性（不安定を正とする）は、それぞれ大気境界層高度に対して約 0.5 の正の相関関係が見られた。

海洋混合層内の海洋貯熱量と大気境界層高度の関係に注目すると、アグラス反流フロント域では、0.75 の高い相関係数を示した。一方、

亜南極フロント域における相関係数は、約 0.2 と低かった。

この海域による相関係数の違いは、主に総観規模擾乱の影響の強さによると考えられる。アグラス反流フロント域では、観測時の海上風速の空間分布が、相関規模擾乱の影響が無視できる月平均場の空間分布と良く似ていた。しかし、亜南極フロント域では、実際に下層雲が広がり、荒れた天候状態であったことから、総観規模擾乱の影響が強く反映されていたと考えられる。

以上の結果から、総観規模擾乱の強さに関わらず、海洋フロント域における海面の乱流熱フラックスと大気境界層には、強い結びつきがあることが確認された。特に、この海面から大気への熱供給に関しては、海洋フロントによって維持される海洋亜表層の構造とその海洋亜表層がもつ莫大な熱量によってなされ、その海洋亜表層の熱量が海面を通して大気境界層の構造を変化させることに対して重要な働きをしていると考えられる。

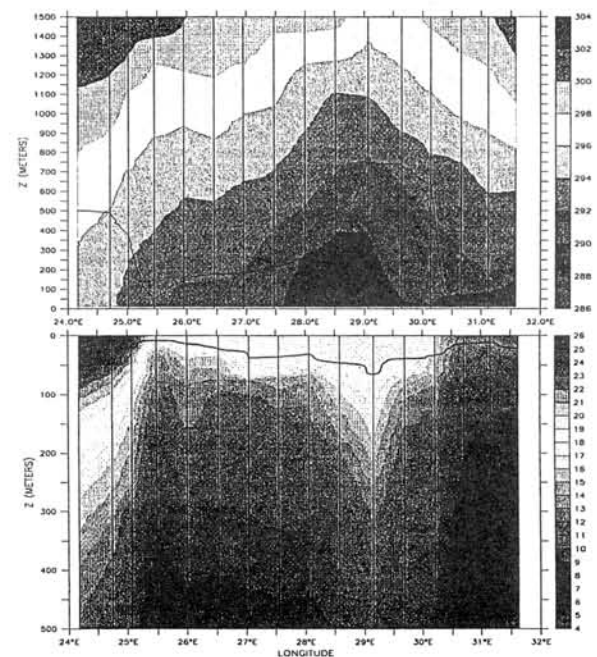


図.1 アグラス反流フロント域における仮温位（上）と水温の鉛直分布。それぞれの実線は、大気境界層高度（上）と海洋混合層深度（下）である。

III.2

南極海インド洋セクターのケルゲレン海台東側斜面域における 南極底層水の流量

深町 康、青木 茂 (北大低温研)、John A. Church、Stephen R. Rintoul (豪州連邦科学産業研究機構)、
Mark Rosenberg (タスマニア大)、若土 正暁 (北大)

Volume transport of Antarctic Bottom Water over the eastern flank of the Kerguelen Plateau in the Indian Ocean sector of the Antarctic

Yasushi Fukamachi, Shigeru Aoki (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University),
John A. Church, Stephen R. Rintoul (CSIRO Marine and Atmospheric Research),
Mark Rosenberg (ACE CRC, University of Tasmania), Masaaki Wakatsuchi (Hokkaido University)

Mooring measurement was conducted from February 2003 to January 2005 over the eastern flank of the Kerguelen Plateau in the Indian Ocean sector of the Antarctic. Eight moorings were deployed in order to capture the equatorward transport of Antarctic Bottom Water originating from the region off the Adélie Land around 145°E. Using time-series data of velocity, temperature and salinity, volume transport of Antarctic Bottom Water is estimated. The volume transport has large temporal variability with the average value of ~ 12.8 Sv.

南極底層水は、海洋大循環の駆動源として、世界規模の気候に大きな影響を及ぼす。その生成域としては、ウェッデル海とロス海に加えて、オーストラリア-南極海盆の東端に位置する 145°E 付近のアデリーランド沖が重要であると考えられている。オーストラリア-南極海盆の西端に位置するケルゲレン海台 (65-85°E) の東側斜面域には、この海盆の低気圧性循環の一部を成す深層西岸境界流が存在する。この深層西岸境界流は、アデリーランド沖を起源とする南極底層水を低緯度域へ輸送する重要な役割を果たしているため、その流量を見積もるために多くの観測が行われて来た [Speer and Forbes, 1994; Donohue et al., 1999; Narumi et al., 2005; Aoki et al., 2008]。しかしながら、これらの観測は CTD や ADCP (船舶搭載型や垂下型) を用いたものであり、流量の時間変動については明らかになっていなかった。

このような状況を踏まえて、北大低温研では、オーストラリアの CSIRO Marine and Atmospheric Research と共同で、2003 年 2 月から 2005 年 1 月までの約 2 年間に渡って、この海域において 8 つの係留系を設置して、海流、水温、塩分の連続観測を行った。これらのデータを用いて求めた南極底層水の低緯度向きの流量の月平均値を図に示す。(南極底層水の定義は、ポテンシャル温度が 0°C 未満とした。) 流量には明瞭な季節変動は見られないが、その月平均値は変動が非常に大きく、その範囲は 2003 年 3 月

の ~ 7.9 Sv ($1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) から 2004 年 4 月の ~ 19.6 Sv に渡っていた。また、図中の日平均値の標準偏差で示されるように、1ヶ月よりも短い変動が非常に大きな期間も存在した。本研究で得られた南極底層水の流量は、Donohue et al. [1999] および Aoki et al. [2008] において、ADCP データを用い、同一あるいは類似した南極底層水の定義に基づいて得られた値 (15.0-26.0 Sv) と矛盾しないが、流量が 10 Sv 前後と比較的小さい期間が存在することも有り、平均値は ~ 12.8 Sv と小さくなっている。

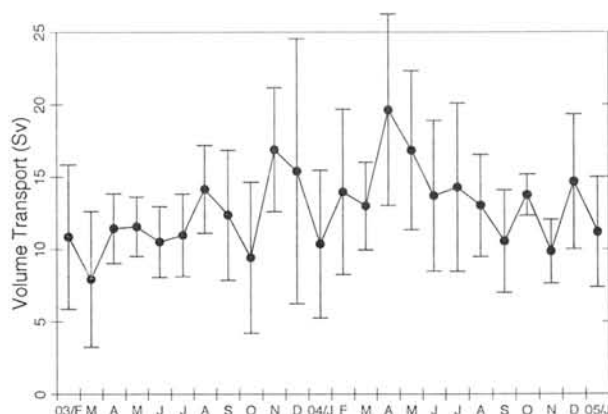


図: 南極底層水流量の月平均値 (黒丸と折れ線) と日平均値の月毎の標準偏差 (縦棒)。

III.3

ウェッデル海氷縁域における比較的小さな氷盤の大きさ分布について

豊田威信 (北大低温研)、Christian Haas (アルバータ大学)

Size distribution of relatively small sea ice floes in the marginal ice zone of the Weddell Sea

Takenobu Toyota (Hokkaido University) and Christian Haas (University of Alberta)

In the seasonal sea ice zone (SIZ), various sizes of ice floes are present. Smaller ice floes are subject to stronger lateral melting due to their larger perimeters compared with larger ice floes of the same area. Therefore, it is important to know the floe size distribution of relatively small ice in the SIZ. From the analysis of the Okhotsk sea ice, it has been shown that floe size distribution basically has a self-similar property and that its regime changes at a size of about 40 m probably due to ocean-ice interaction. In order to extend this preliminary result to the general SIZ, ice floe size measurements were conducted in the northwestern Weddell Sea with a heli-borne video camera during a R/V Polarstern cruise on September 19 and October 17&18, 2006. In the same regions, ice thickness measurements were also performed with a heli-borne EM system on September 19 and October 18. In total, 27490 floes were extracted from a surveyed area of 15.8 km². The analysis shows that a self-similarity and regime shift were also found in the Weddell Sea. However, the floe size where regime shift occurs was slightly larger on October 18 (about 40m) than on September 19 (about 30m). The slight difference in the size of regime shift may be attributed to thicker ice on October 18 (1.6m) than on September 19 (1.1m).

はじめに 季節海氷域には様々な大きさの氷盤が存在する。同じ密接度をもつ海氷域で同じ外力が与えられても、個々の氷盤の面積や周囲長に応じて移動速度や融解速度が異なるため、海氷域の熱力学的な消長や力学的な変動を論ずるに当たっては、海氷の大きさや形状の分布を把握することは重要な課題である。オホーツク海南部で砕氷船、ヘリコプター、衛星画像を用いて行った予備的研究の結果、氷盤の分布は基本的には自己相似性があるが直径約 40m を境に分布の特性が変化すること、氷盤の形状にも自己相似性があることが見出された。そこで本研究は特に大きさ 100m 以下の氷盤に着目して、解析の対象を更に南極ウェッデル海に広げて一般的な特徴を明らかにすることを目的とした。

観測と解析手法 氷盤分布の観測は南極ウェッデル海北西部の氷縁域で、ドイツ船「Polarstern」の航海観測期間中 2006 年 9 月と 10 月に船舶搭載ヘリコプターを用いて行われた (Fig.1)。ヘリコプターには下向きビデオカメラを設置して異なる高度で高度を一定に保ちながら飛行し、様々な大きさの氷盤の分布状況を記録した (Table 1)。飛行中、ビデオ画像上の実寸法を定めるため、各々の高度で船体の埋め込みを行った。得られた映像から各々の高度毎に一分間隔で計 122 枚の静止画像を作成した後、輝度に応じて個々の氷盤を抽出し、面積、周囲長、最大径、最小径の計測を行った。解析において氷盤の大きさは同等の面積を持つ円盤の直径で代表し、最大径と最小径の比が 5 以上の極度に変形した氷盤は除外した。

抽出した氷盤の総数は 27490 個、画像の総面積は 15.8km²であった。また、9 月 19 日と 10 月 18 日にはヘリ搭載 EM によって周辺の氷厚分布の計測も行われた (Fig.1)。

結果 本研究の解析から以下の特徴が明らかになった。1) Cumulative number $N(r)$ (直径 r 以上の氷盤の 1km²あたりの個数) は良い近似で $N(r) \propto r^{-\alpha}$ と書き表されること (Fig.2)。2) ただし直径 30–40m を境に分布の形状は変化し、直径 20m 以下では $\alpha = 1.19$ 、直径 40m~100m では $\alpha = 5.00$ の値をとること。3) 屈曲点は 9 月 (約 30m) と 10 月 (約 40m) では多少の差異が見られること。4) 形状の特徴を調べるために、最大径 r_{max} と最小径 r_{min} との関係を調べたところ、氷盤の大きさによらず平均して $r_{min}/r_{max}=0.56$ (9/19, 10/17), 0.55 (10/18) の値が得られた。1), 2) の結果から、ウェッデル海の氷盤分布もオホーツク海と同様に基本的には自己相似性があり、氷盤分布の特性は数十 m を境に変化することが示された。興味深いことは、大きな氷盤の α 値はオホーツク海の解析 (1.9-2.2) と大きく異なるものの、小さな氷盤の α 値はオホーツク海の値 (1.15) とほぼ合致し、4) の氷盤の形状の特性もオホーツク海での値とほぼ一致した点である。小さな氷盤の分布特性や氷盤形状には共通のメカニズムが働いている可能性がある。3) に関しては、平均氷厚 (9/19: 1.1m, 10/18: 1.6m) の違いによるものと考えられる (Fig.3)。今後は更に解析海域を広げる予定である。

Table 1. Mean flight altitude of video monitoring

Date	Altitude (m)			
Sep. 19	125	498		
	(95)	(342)		
Oct. 17	90	159	821	796
	(53)	(111)	(573)	(555)
Oct. 18	186	1125	174	
	(126)	(769)	(137)	

¹ Parenthesized values are the width of images

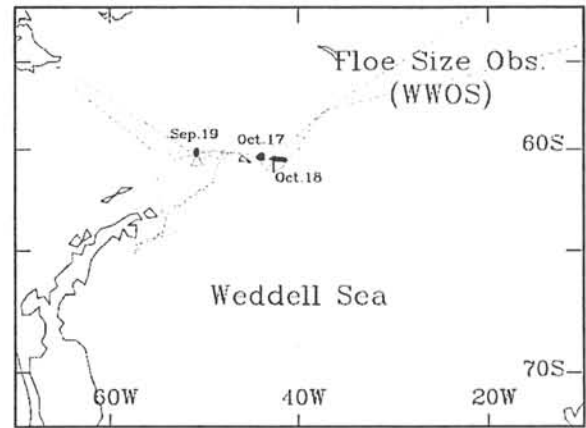


Fig.1 Location map of measurements.

Triangle lines around 9/19 & 10/18 are for HEM.
Ice edges were close to cruise track (broken line).

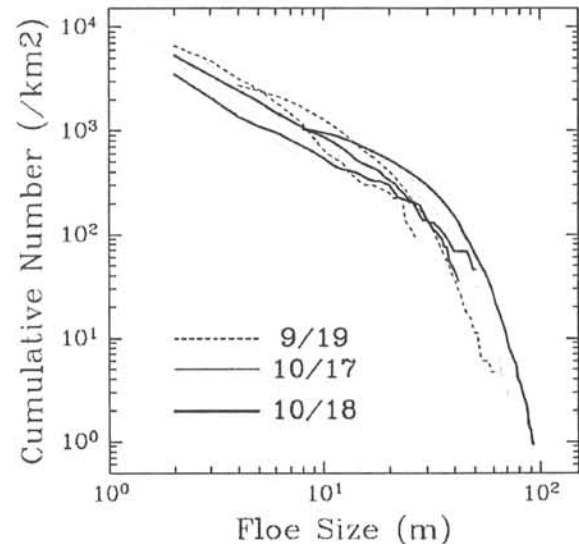


Fig.2 Cumulative number of ice floe size.

Numbers are normalized per unit area (1 km²).

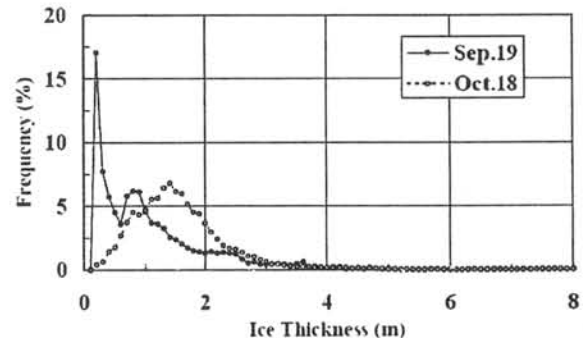


Fig.3 HEM ice thickness distributions.

Numerical modeling of coastal polynyas around Antarctica

Kazuya Kusahara and Hiroyasu Hasumi

(Center for Climate System Research, University of Tokyo)

Using a sea ice - ocean coupled model with fine horizontal resolution around East Antarctica, sea-ice production and dense shelf water formation in the coastal polynyas are investigated. The model well reproduces the locations of coastal polynyas and high sea-ice production there. Water denser than 27.88 kg/m^3 over the shelf is formed in coastal polynyas. Sea-ice production largely depends on the value of the minimum sea-ice thickness in a grid. To model the formation of frazil ice and high sea-ice production in coastal polynyas, a large value of the minimum sea-ice thickness is required. Blocking effect of sea-ice transport by grounded icebergs is also tested by the model. From a series of numerical experiments, we found that the blocking effect has a large impact on both sea-ice production and dense shelf water formation in coastal polynyas.

はじめに

沿岸ポリニヤは冬季、岸から数 km~100 km のスケールで広がる開水面あるいは生成されたばかりの氷 (frazil ice) からなる薄氷域である。沿岸ポリニヤは沖向きの風、海流、海岸線、grounded icebergs 等の外的な要因によって形成・維持されている。沿岸ポリニヤでは開水面/薄氷域が冷たい大気に直接さらされることにより海洋から莫大な熱が奪われる。そのため、沿岸ポリニヤでは活発な海水生産があり、それに伴って、高密度水が形成される。

南極沿岸域には周極的に沿岸ポリニヤが点在している。南極沿岸ポリニヤで形成された高密度水は周囲の水塊と混合しながら、南極底層水を形成し、低緯度方向へ流出していく。この南極底層水の流出過程は全球の海洋熱塩循環の一部を構成しており、極域が担う全球規模の気候システム形成の重要なプロセスの一つである。しかしながら、沿岸ポリニヤの空間スケールが数 km~100km 程度と小さいために、これまで南極沿岸ポリニヤを陽に解像した海洋海水モデリングはほとんどない。本研究では、沿岸ポリニヤが数多く存在する東南極域に注目し、そこでのモデリングを試みた。本研究の目的は南極沿岸ポリニヤを高解像度海水海洋結合モデルによって再現し、さらに、その海洋へのインパクトを評価することである。

数値モデル

本研究では東京大学気候システム研究センターで開発された海水海洋結合モデル(COCO4.2)を使用した。モデルの水平方向の離散化は一般直交曲線座標に対応している。モデルの両極を東南極(東経 70.0 度 南緯 70.5 度と東経 143.0 度 南緯 68.0 度)におくことにより、着目する東南極域のみを局所的に数 km~15km で高解像度化することができる(モデルは全球)。客観再解析データ ERA40 ベースの気候値 OMIP-forcing を用いて 20 年間の積分後、準定常状態を得た。その結果を初期値として、NCEP 再解析データから計算した海面境界条件を

用いて 1990 年-2000 年の計算を行なった(解析には 1991 年-2000 年を使用)。海水は 0 層熱力学・2 カテゴリー海水厚表現モデルである。

結果

海水海洋結合モデルにおける 1991 年-2000 年 10 年平均の年間海水生産量の空間分布を図 1 a に示す。東南極沿岸域では、海水生産量の高い領域が点在している。半島や grounded icebergs 等の地形の風下及び下流側にあたる西側に低密度度・薄氷域で特徴づけられる沿岸ポリニヤ域が形成され、海水生産量の高い領域と一致している。これらの東南極域の沿岸ポリニヤの空間分布は衛星観測から得られた空間分布とよく対応している。各沿岸ポリニヤでの海水生産量を計算すると(表 1)、海水海洋結合モデルで再現された沿岸ポリニヤにおける海水生産量は衛星データと熱収支計算から見積もられた海水生産量とおおよそ対応している(Tamura et al. 2008, GRL)。結合モデルにおいて、東南極域の沿岸ポリニヤで最も海水生産量が高いのは Cape Darnley Polynya (CDP)、二番目に大きい場所は Mertz Glacier Polynya (MGP) であった。この特徴は観測事実と一致している。

表 1 東南極域の沿岸ポリニヤにおける海水生産量。場所は図 1 a) 参照。1991 年-2000 年 10 年平均と標準偏差

ポリニヤ	海水生産量 (km^3)
Darnley	197.7 ± 24.13
Barrier	46.5 ± 3.35
Shackleton	81.1 ± 11.84
Vincennes	76.7 ± 14.69
Dalton	44.0 ± 8.21
Dibble	55.2 ± 8.61
Mertz	103.3 ± 9.37
Ninnis	30.7 ± 3.54

1991年-2000年10年平均の8月の海底での海水密度の空間分布を図1bに示す。海水生産量の高い沿岸ポリニヤ域(図1a)に対応して、その直下もしくは西側に高密度水領域が広がっている。この高密度水領域は海水形成が活発な時期である秋から冬季にかけてのみ存在しており、海水生成に伴うブラインリジェクションによって形成されている。東南極の沿岸ポリニヤ付近の海底での海水の密度は Dense Shelf Water (DSW, 27.88 kg m^{-3} 以上)の密度帯にあり、周囲の水と混合し、南極底層水を形成するのに十分大きい密度である。本海水海洋結合モデルでは、観測によって示唆されている DSW 形成領域である CDP や MGP だけでなく、他の沿岸ポリニヤにおいても DSW が形成されている(図1b)。

図c-dにCDP、MGPとNinnis Glacier Polynya (NGP)での平均海氷厚と海氷漂流ベクトルを示す。本研究では grounded icebergs による海氷移流のせき止め効果を導入した。CDPとMGP-NGPの grounded icebergs の東側では漂流速度が遅い(停滞した)厚い海氷(2 m以上)が存在している。grounded icebergs の北側では、東側からの厚い海氷が西へ移流され、舌状構造を形成している。grounded icebergs の西側では沿岸ポリニヤに対応する50 cm以下の薄氷域が広がっ

ており、海氷漂流速度場は発散域となっている。MGPにおいて、これらの特徴は衛星データから見積もられた漂流場と対応している。

結合モデルにおける沿岸ポリニヤ域での海氷生産量は海氷モデルのパラメータ demarcation thickness (HIMIN) に大きく依存していた。HIMIN を変化させたいくつかの数値実験から、HIMIN が大きい程、薄氷域での海氷生産が大きくなることがわかった。HIMIN を大きくすると、ポリニヤ域の海氷密接度を小さく表現することになり、薄氷に働く内部応力を小さく評価することに対応する。つまり、HIMIN を大きく設定することは、沿岸ポリニヤ域において、活発な frazil ice の形成、風や海流による offshore への大きな海氷移流をパラメタライズしていることに対応している。

海氷場及び海洋場に対する、grounded icebergs の海氷移流のせき止め効果を調べるために grounded icebergs を陸地として扱ったケース、grounded icebergs を除去したケースの数値実験を行なった。一連の数値実験の比較から、grounded icebergs の海氷移流をブロックする効果は沿岸ポリニヤでの海氷生産量及び高密度水形成に大きな影響を与えることがわかった。

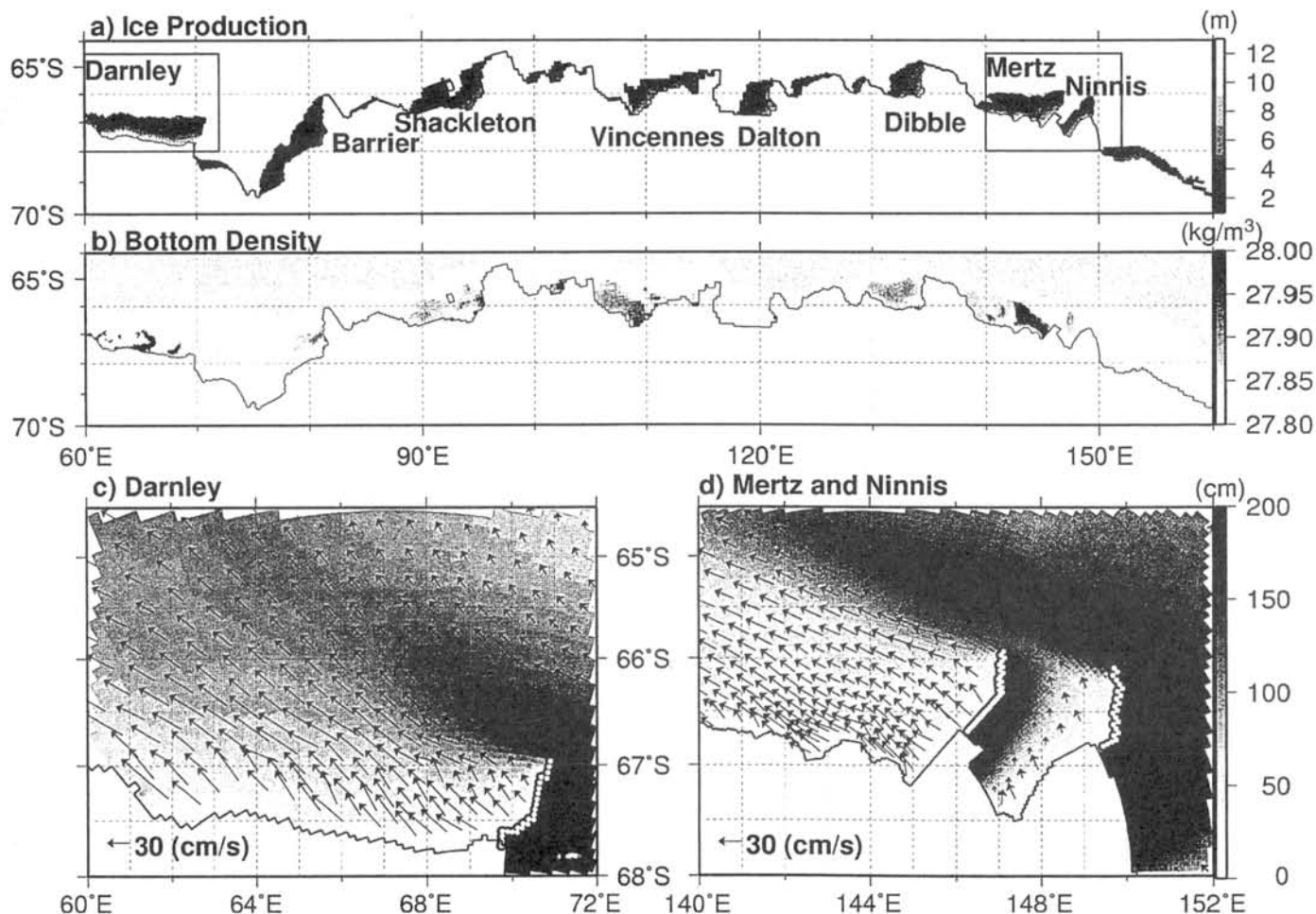


図1: a) 1991年-2000年10年平均の年間海氷生産量(m/yr)と b) 1991年-2000年10年平均の8月の海底での海水密度(kg m^{-3})。a)には、主な沿岸ポリニヤの名称を示した。a)において、沖の白抜きは海氷生産量の小さい領域である。c)とd)はCape Darnley PolynyaとMertz-Ninnis Glacier Polynyaでの1998年8月の月平均の海氷厚と月平均の海氷漂流速度。海氷漂流速度は図のみやすさのために、間引いて図示している。c)とd)の図の白い点は grounded icebergs の位置を示す。

AMSR-E データを用いた北半球の海氷厚変動

直木和弘(千葉大学)、西尾文彦(千葉大学)、浮田甚郎(新潟大学)

Variability of sea ice thickness from radiometer in the Northern Hemisphere

Kazuhiro Naoki(Chiba University), Fumihiko Nishio(Chiba University),
Jinro Ukita(Niigata University)

We attempt to estimate sea-ice thickness during the freezing season in the Northern Hemisphere. The estimation method utilizes brightness temperature of 19 GHz H from AMSR-E along with physical temperature of the sea ice surface estimated from brightness temperature of 6 GHz and ice concentration estimated using both NASA team and bootstrap algorithms. The result showed the three ice thickness categories.

1. はじめに

海氷は、風や海流の影響を受け日々変動する。そのため、広域を毎日観測可能な衛星搭載型マイクロ波放射計による観測が有用である。これまでマイクロ波放射計を用いた海氷研究は、面積に関する観測が主に行われている。しかし、今後の海氷変動を把握し予測するためには、海氷厚の観測が重要である。現在、衛星搭載型マイクロ波放射計から海氷厚を推定する手法の開発を進めている。推定手法は、オホーツク海において観測した、海氷厚に対する輝度温度特性を基にし、海氷厚別に分類している。そこで、本発表では、衛星搭載型マイクロ波放射計によって観測された 19GHz 帯水平偏波の輝度温度から北半球の海氷を厚さ別に分類することを目的とし解析を行った。

2. 解析方法

本手法は、海氷表面の温度を使用するため 6GHz 帯を観測している AMSR-E のデータを使用した。また、海氷表面が降水や融解の影響をあまり受けていないと考えられる結氷期を解析期間とした。使用データは、NSIDC で公開されているデータを使用した。

海氷厚別分類は、まず、観測グリッド内の海氷の輝度温度を推定した。使用データは、海氷密接度、19GHz 帯水平偏波の輝度温度、海水については -1.7°C 、放射率を 0.33 とし推定した。次に、海氷の 19GHz 水平偏波の放射率を、6GHz 帯の輝度温度から推定された海氷表面温

度と推定した海氷の輝度温度から推定した。最後に、海氷の放射率から、海氷の厚さ別に分類した。分類は、2003 年 2 月にオホーツク海で観測した厚さに対する輝度温度特性から 0-10cm、10-20cm、20cm 以上の 3 領域とした。

3. 結果

図 1 は、ベーリング海及びオホーツク海の海氷厚別分布を示している。図が示すように、各海域における厚さ別の分布が把握できるようになった。他の海域や時系列の変動などについては当日報告する。



図 1 2003 年 2 月 20 日のオホーツク海・ベーリング海の海氷厚別分類結果

Active と Passive のマイクロ波衛星観測からわかる オホーツク海の沿岸ポリニヤの特徴

二橋 創平, 江淵直人 (北大低温研)

Characteristics of the Okhotsk coastal polynyas revealed from active and passive microwave satellite observations

Sohey Nihashi and Naoto Ebuchi (ILTS, Hokkaido Univ.)

Characteristics of the Okhotsk coastal polynyas are examined using backscatter and thin ice thickness from QuikSCAT/SeaWinds and Aqua/AMSR-E, respectively. In the coastal polynyas, most of the ice thickness are ≤ 0.1 m. The thin ice regions correspond well with small backscatter regions. This suggests that the coastal polynyas are covered with grease ice or nilas that have smooth surface like mirrors. On the other hand, the backscatter in the coastal polynya occasionally becomes large simultaneously with the stormy conditions resulting from the approach of a low pressure system. In this case, the polynya is thought to be covered with pancake ice because rims of pancake floes act as major roughness elements.

1. はじめに

オホーツク海の北部沿岸には、シベリアからの寒気の吹き出しにより、ポリニヤ(薄氷域)が形成される。特に北西陸棚域の沿岸ポリニヤでは、非常に活発に海水が生産されており、結氷に伴う多量のブラインの排出により、オホーツク海のみならず北太平洋もふくめて、表面で形成されるものとしては一番重たい dense shelf water (DSW) が形成される。この DSW は、北太平洋中層水の ventilation の主な source であり、北太平洋スケールでの大きなオーバーターンを作っていると考えられている。しかしながら、オホーツク海に限らず沿岸ポリニヤ域は現場での観測が極めて困難な海域であり、沿岸ポリニヤがどのように形成され、どれだけ広がり、どのような厚さや種類の薄氷で覆われているかという『ポリニヤメカニズム』は、詳しく分かっていない。本研究では、マイクロ波散乱計(QuikSCAT/SeaWinds)とマイクロ波放射計(Aqua/AMSR-E)、すなわち Active と Passive のマイクロ波衛星データを用いてオホーツク海の沿岸ポリニヤを調べ、ポリニヤメカニズム解明の糸口を探った。

2. データ

マイクロ波散乱計データは、13.4 GHz の水平偏波による日毎の散乱強度を主に用いた。解像度は ~ 22.5 km である。マイクロ波放射計データは、36.5 GHz の水平・垂直偏波の輝度温度と薄氷厚アルゴリズム [Nihashi et al., in preparation] から得られる日毎の薄氷厚として用いた。解像度は ~ 12.5 km である。解析は 2003–2005 年の 1–3 月に行った。

3. 解析結果

薄氷厚データから、ポリニヤ域の氷厚は大部分で 0.1m 以下であった(図)。散乱強度との比較から、ほとんどの場合、散乱が小さい海域と薄氷域(氷厚: ≤ 0.1 m) が、よく一致した(図)。サハリン東岸の

沿岸ポリニヤ域で ice-profiling sonar により現場観測された ice draft との比較からも、薄氷の場合散乱が小さいことが示された。一方で、沿岸ポリニヤ域の散乱が逆に周囲より大きくなることも数回あった。薄氷は、グリースアイス、ニラス、はす葉氷に大別することができる。グリースアイスやニラスは表面が滑らかであり、散乱計による散乱は他の種類の海水より小さい。一方、はす葉氷には氷盤同士が衝突する際に形成される出っ張った縁が存在し、これが散乱を大きくさせると考えられている。従って通常の沿岸ポリニヤ域は、グリースアイスやニラスで覆われていると考えられる。沿岸ポリニヤ域での散乱が大きかったときは、近くを低気圧が通過したときに対応し、この荒天によるうねりのために、はす葉氷が形成された可能性がある。沿岸ポリニヤの縁には、散乱が大きい帯状の領域が確認された(図)。ここではポリニヤ域より海水表面が起伏に富んでいると考えられ、海水の漂流が収束場になっている可能性が示唆される。

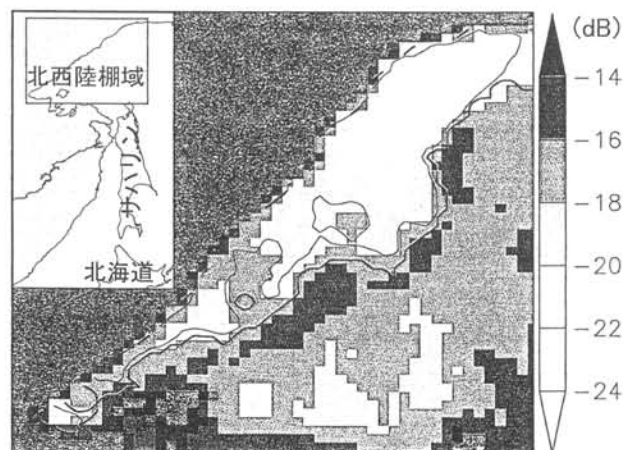


図 2003 年 2 月 3 日の北西陸棚域における散乱計による散乱強度(シェード)と放射計による薄氷厚(コンター)。太い(細い)コンターは、0.2 m(0.1 m)の氷厚を示す。陸地は黒で示す。

オホーツク海における海水移流軌跡の年変化

木村詞明（愛媛大・沿岸環境科学研究センター）

村田健史（愛媛大・総合情報メディアセンター）

Interannual variation of the Okhotsk sea-ice tracks

Noriaki KIMURA (Center for Marine Environmental Studies, Ehime Univ.)

Ken T. Murata (Center for Information Technology, Ehime Univ.)

Daily sea ice motion fields with spatial resolution of 37.5 km are derived from images by satellite microwave sensor Aqua/AMSR-E. This study also uses the NOAA/AVHRR images to detect the local ocean eddy and other small-scale structures in the ice motion field. Using these data, trajectories of particles arranged in the sea ice area are calculated. In the derived trajectories, we can see the clear interannual variation. Sea ice near the Hokkaido coast comes mainly from the southern part of the Sakhalin Island. However in some cases, it came from northern part of the Okhotsk Sea.

1. はじめに

オホーツク海の北海道沿岸域は最も低緯度で海水が観測される場所であり、その多くは卓越する北風と南向きの海流によって北から移流してくると考えられている。海水は淡水や負の熱量、さらに植物プランクトンや様々な粒子を輸送するため、その経路や輸送量を知ることは重要な課題である。そこで、衛星リモートセンシングデータから海水漂流速度を算出し、それを用いてオホーツク海特に北海道付近に達する海水の起源や経路、さらにそれらの年による違いを明らかにするための解析を行った。

2. 解析方法

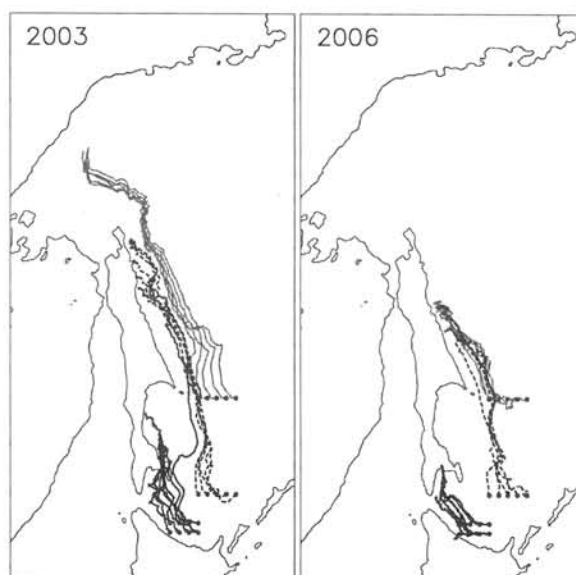
マイクロ波放射計 Aqua/AMSR-E による観測画像を用いて毎日の海水漂流速度データセットを作成した。漂流速度の計算は 89GHz チャンネルの輝度温度から面相関法を用いて行った。作成したデータセットのグリッドサイズは 37.5×37.5 km である。それを用いて、海水域上に配置した粒子の前方および後方軌跡を計算した。

また、北海道沖に達する海水の経路には 100km スケールの海洋渦が大きな影響を及ぼす。それらの海洋場の影響を考慮するため、より高解像度の NOAA/AVHRR による可視画像を用いて氷盤の目視によって海水漂流速度場を導出した。得られた結果をもとに AMSR-E によるデータセットを補正し、補正後のデータセットを用いた海水移流軌跡の追跡を行った。

3. 結果

オホーツク海の海水は大まかには南東方向に漂流していた。その向きと速さは年によって異なり、それは風速場の年による違いによって説明できた。オホーツク海北部の海水が北海道沿岸域にまで到達する事例は稀であった。

北海道付近の海水の後方軌跡に注目すると、多くの場合、それらの起源は樺太南部のアニア湾とテルペニア湾にあった。しかし、年によってはオホーツク海北部から移流してくる事例が見られ、その違いは風向および南部海域の渦等の海洋条件の違いによってもたらされることがわかった。



図：海水の後方軌跡（左：2003 年，右：2006 年）

III.8

東経 140 度付近の南大洋における溶存無機炭素の夏季変動

小野恒、中澤高清、青木周司（東北大）、吉川久幸（北大）、橋田元、
中岡慎一郎（国立極地研究所）

Summertime variations of oceanic carbonate system in the Southern Ocean around 140°E

Hisashi Ono, Takakiyo Nakazawa, Shuji Aoki(Tohoku University), Hisayuki Yoshikawa(Hokkaido
University), Gen Hashida, Shin-ichiro Nakaoka(National Institute of Polar Research)

To clarify the summertime variations of carbonate system in the Southern Ocean, multi-ship observations were made from January to March in 2002. Dissolved inorganic carbon (DIC) and nutrients in the Seasonal Sea-Ice Zone (SSIZ) showed the lowest value in the surface layer in January, and gradually increased with time. Since nutrients-rich water wells up into the surface layer below sea-ice during winter in this area, the observed low values of DIC in mid-summer is possibly attributable to strong biological activity.

1. 序と観測

南大洋は季節海氷域の存在や、栄養塩豊富な深層水の湧昇による高い生産性など、物質循環にとって重要な役割を果たしている。しかし、厳しい海況や、海氷の存在などにより、観測が困難なため現場データが限られている。本研究では、2002 年 1-3 月に行われた白鳳丸、Tangaroa、しらせによる初のマルチシップ観測を基に、全層における溶存無機炭素の夏季変化を明らかにした。各船による観測は 1/3-1/20(白鳳丸)、2/25-3/4(Tangaroa)、3/9-3/19(しらせ)に行われ、各点において CTD 観測と各層採水を実施するとともに、得られた海水サンプルを研究室に持ち帰り、クーロメータを用いて DIC（全炭酸）を測定した。

2. 結果

図 1 に各航海によって得られた季節海氷域(66°S)における DIC と硝酸の鉛直分布を示す。DIC は表層付近では 1 月に非常に低く、

2、3 月にかけて増加している。硝酸に関しても全く同様の変動が見られる。1 月の低濃度は、海氷の融解や日射の増加に伴う成層化が進み、冬季の鉛直混合で表層にもたらされた豊富な栄養塩を利用したブルーミングに起因すると考えられる。また、時間の経過とともに、ブルーミングで作られた有機物の分解や大気からの CO₂ 吸収が起こり、DIC が増加したと考えられる。

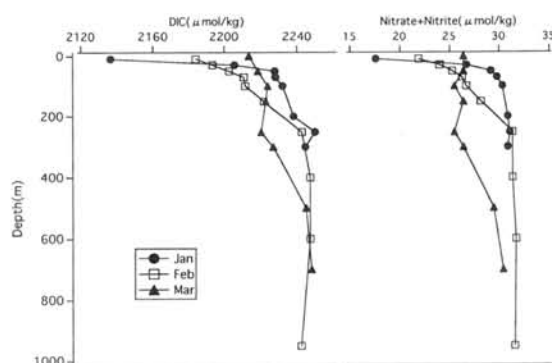


図 1. 南大洋の 140°E、66°S における DIC と硝酸の鉛直分布

北極海沿岸ポリニヤにおける海水生産量の見積もり

田村 岳史、大島 慶一郎、二橋 創平（北大低温研）

Estimation of sea ice production in the Arctic coastal polynyas

Takeshi Tamura, Kay I. Ohshima, and Sohey Nihashi (ILTS, Hokkaido Univ.)

Coastal polynyas are important areas of high sea ice production and dense water formation, and thus the accurate estimation of ice production has a high priority. In this study, we estimate sea ice production in Arctic coastal polynyas based on the heat flux calculation using global objective analysis data combined with sea ice thickness retrievals derived from satellite microwave data. The Chukchi Sea Alaskan coastal polynya, North Water Polynya, and Northeast Water Polynya are shown as the high ice production area in the Arctic Ocean.

本研究の目的 地球規模の海洋の熱塩・物質循環を駆動しているのは、高緯度域で起こっている高密度水の沈み込みであり、これによって大気と海洋中深層との熱・物質交換が行われている。近年の地球温暖化によって海水面積が大きく減少傾向にある北極海においても、沿岸ポリニヤや疎氷域における多量の海水生産およびそれに伴う高密度水生成が、北半球の海水総生産や深層循環に対して重要な役割を果たしていると考えられている。沿岸ポリニヤは、主に風や海流によって海水が運び去られると同時にすぐに結氷することで維持される薄氷域である。海水は厚さが増すにつれて急激に断熱効果が働くので、寒気の厳しい冬季の北極海沿岸ポリニヤ域での大気への熱損失は、他の一般の海水域のそれと比べて 1～2 オーダー大きく、ここでは海水が活発に生産されている。しかしながら、現場観測が難しい海域であるため、熱塩フラックスの極大となっている北極海沿岸ポリニヤでの海水生産について、一部のローカルな研究を除いては (Martin et al., 2004; 2005)、定量的な議論はあまり行われてこなかった。沿岸ポリニヤは空間的・時間的に大きく変動するが、パッシブマイクロ波放射計のデータは、夜や雲の影響をあまり受けずに全北極海において一日単位で連続的にデータを取得することができ、薄氷域（沿岸ポリニヤ）と厚氷域とを識別して薄氷厚を検出するポテンシャルを持っている。沿岸ポリニヤの氷厚がわかると、熱収支計算からそこでの熱損失を計算することができ、熱損失は主に海水生成に使われるとの仮定の下で、原理的に海水生産量を見積もることができる。本研究の目的は、全北極海における海水生産量の空間分布および各沿岸ポリニヤでの海水生産量の経年変動を明らかにすることである。

データと解析方法 マイクロ波放射計のデータに関しては、SSM/I データの中でも空間解像度の高い 85-GHz と大気の影響を受けにくい 37-GHz のそれぞれの水平・鉛直偏波を使用した。空間解像度は 85-GHz で約 12.5km、37-GHz で約 25km、一日二回のデータがある。SSM/I データに対する比較・検証データとして、衛星赤外の AVHRR 表面温度デー

タから水蒸気の影響を受けていない事例のみを選択して、沿岸ポリニヤでの氷厚を推定した。これを多数の事例で行い、SSM/I データと比較することで、薄氷域を識別してその氷厚を推定できるアルゴリズムを新たに作成した。このアルゴリズムと、NCEP2 再解析データを用いて熱収支計算を行い、北極海沿岸ポリニヤでの氷厚・熱フラックス・海水生産量を求めた。解析期間は 1992～2005 年度で、全北極海域で解析を行った。大気-海水間熱収支は、北極海域において現時点で最も適当と考えられる経験式を使用して求めた放射・乱流フラックスの和に、海水内の熱伝導フラックスを考慮して求めた。海水域内のグリッドにおいて海水から大気に奪われた熱は全て海水生産に使われるものとして計算した。

解析結果 図 1 は現時点では preliminary な薄氷厚アルゴリズムを用いて求めた、1992～2005 年度で平均した年間累積海水生産量の空間分布である。単位は m で、海水成長の厚さに換算している。アラスカ北部のチャクチ海沿岸ポリニヤ、バフィン湾の North Water Polynya、グリーンランド北東部の Northeast Water Polynya や、フラム海峡周辺等の大西洋側の氷縁域における海水生産が高いことがわかる。講演では各沿岸ポリニヤにおける海水生産量の経年変動についても議論する。

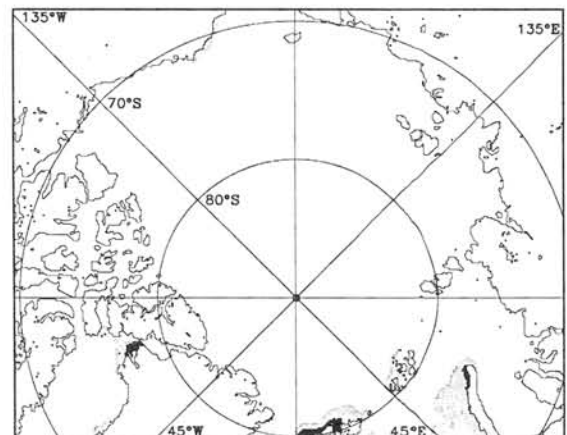


図1 1992～2005年度で平均した年間累積海水生産量の空間分布（灰色：4m以上、黒色：8m以上）

IV.1

富山県・立山の融雪期の積雪面における不純物の特性と積雪面アルベド

古川 隆朗、長井 宏介、竹内 望(千葉大学)

Seasonal variations in spectral albedo and impurities on snow surface in Tateyama Mountains in Toyama Prefecture, Japan

Takaaki Furukawa, Kousuke Nagai, Nozomu Takeuchi(Chiba University)

Albedo of snow surface can be reduced by impurities contained in the snow. Impurities in snow consist of not only wind-blown mineral particles but also organic matter derived from microbial activity on snow surface. Thus, it is important to know how these impurities seasonally changed on snow surfaces in Tateyama Mountains in Toyama Prefecture, Japan were investigated in the thawing season (from April to September) of 2008. During the study period, the surface albedo decreased gradually. The amounts of impurities increased from April to June, and did not significantly changed since July. Spectral albedo showed that of a typical clean snow (Type A) in April and changed to that of dusty snow (Type B) in May and June, and finally changed to low and flat curve in August and September (Type C, fig.1). Microscopic observations revealed that impurities on snow surface were mainly mineral particles in May and June, and were organic impurities in July to September. The results suggest that albedo on snow surface in Tateyama reduced by mineral particles from April to July and by biogenic organic impurities from July to September (fig.2).

積雪面の表面アルベドは、氷河表面に鉱物粒子や雪氷生物を含む有機物などの不純物によって低下する。アルベドの低下は、日射の吸収量を増やし、雪や氷の融解を促進する。したがって、不純物の特性やその効果の定量的評価は重要である。富山県・立山の雪渓では、春には中国から飛来する黄砂が積雪表面に蓄積し、融雪期には微生物が繁殖し赤雪現象がおこることが知られている。本研究では、富山県・立山の積雪面に存在する不純物の特性とそのアルベドとの関係を明らかにすることを目的とする。富山県・立山の積雪面においてスペクトルアルベドの測定(350-1050nm)および不純物のサンプリングを2008年4月から9月にかけて行った。その結果、4月から9月にかけて積雪表面の可視域の反射率は単調に低下していた。一方、不純物の重量は4月から6月にかけては増加するが、それ以降は必ずしも増加しているわけではなかった。スペクトルアルベドの形は、4月の右下がり型のタイプAから、5-7月には山型のタイプB、8-9月には平型のタイプCへと変化した(図1)。不純物を顕微鏡観察した結果、山型のタイプBの表面不純物は主に鉱物粒子で構成され、平型のタイプCの不純物には有機物が大量に含まれていることがわかった。以上の結果から、立山の積雪の表面アルベドは4月から7月にかけて鉱物粒子(主に黄砂)、7月以降は鉱物粒子以外にも藻類やバクテリアなどの微生物の活動による活動による有機物の増加によって低下していると考えられる(図2)。

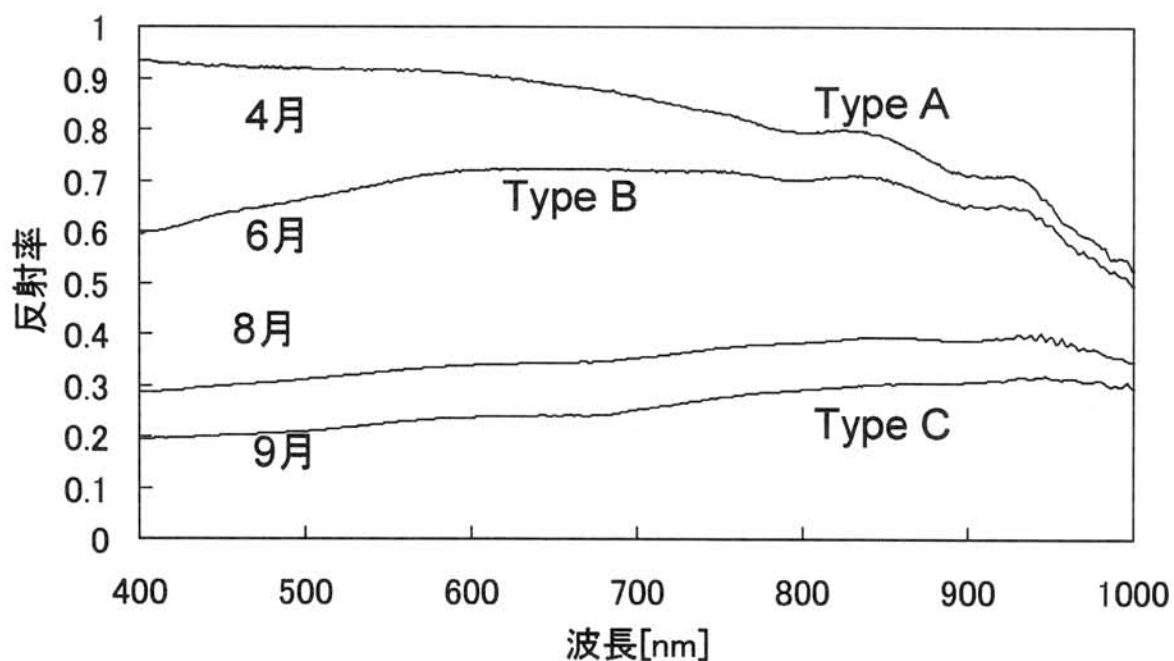


Fig.1 内蔵助雪渓におけるスペクトルアルベドの季節変化

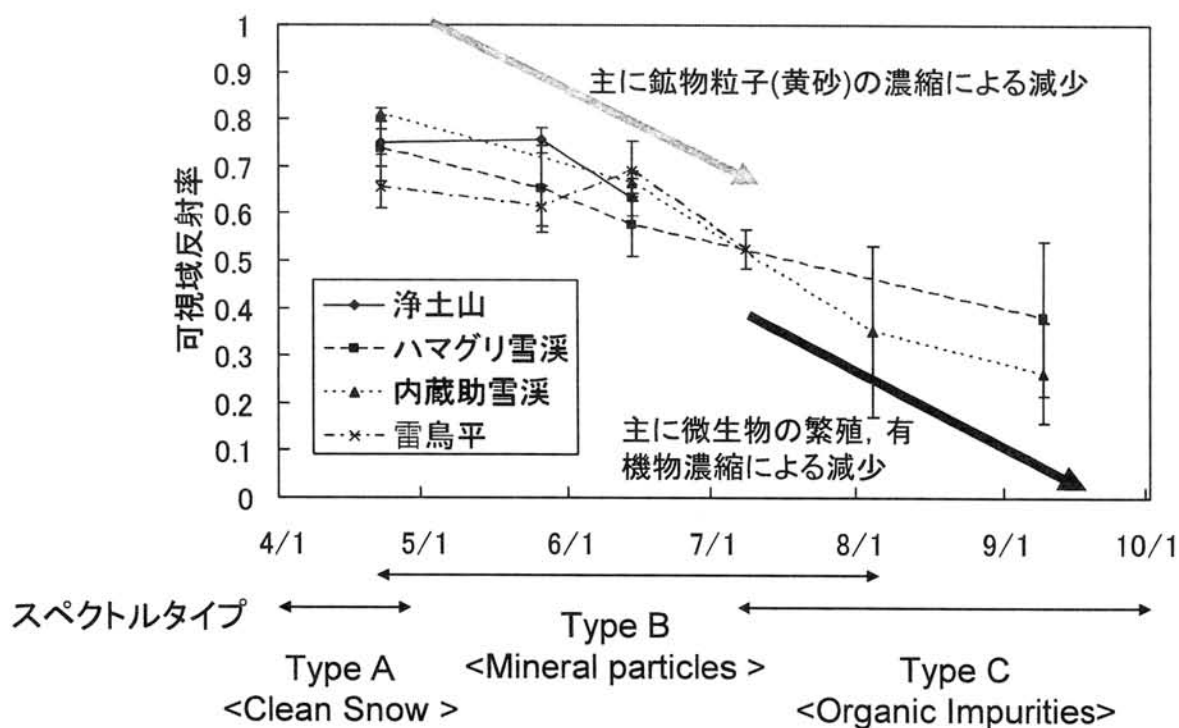


Fig.2 アルベドと不純物の特性の季節変化

IV.2

北東ユーラシア山岳域における積雪物理量観測

杉浦幸之助(海洋研究開発機構), 大畑哲夫(海洋研究開発機構), Gombo Davaa (Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia), Trofim Maximov (Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Russia)

Field survey of snow physical parameters in the mountainous regions of Northeast Eurasia

Konosuke Sugiura (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Tetsuo Ohata (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Gombo Davaa (Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia), Trofim Maximov (Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Russia)

To investigate the altitude distribution of snow water equivalent in the eastern (upper Tuul River basin) and western (Mongol Altai region and Uvs Lake) parts of Mongolia and the southeastern part of Siberia (upper Lena River basin), snow survey was carried out in 2008. The altitude dependence of snow water equivalent was confirmed, and the increase ratios of snow water equivalent due to altitude were 0.09 mm/m in the upper Tuul River basin and 0.23 mm/m in the upper Lena River basin. These were smaller by an order of magnitude in comparison with the results reported in various mountainous regions in Japan.

1. はじめに

IPCC 第4次報告書によると, ほとんどの地域で積雪面積は減少傾向にあり, 特に春と夏に顕著である。そこで国際極年における北東ユーラシア山岳域の積雪調査の一環として広域積雪観測を実施し, 積雪の量や性質が広域でどのように分布しているのかを調べた。今回は, 積雪水量と標高との関係について報告する。

2. 観測方法

2008年2月にモンゴル東部(トーレ川上流域)と西部(モンゴルアルタイ山脈周辺及びウブス湖周辺), 引き続き3月にはシベリア南東部(レナ川上流域)で積雪観測を行った。なおモンゴル東部(トーレ川上流域)では2002年から毎年積雪観測を行っている。

測深棒を用いて1地点当たり約10m間隔で10点の積雪深を測定し, 平均値をその地点の積雪深とした。また, 50cm²のスノーサンプラーを用いて積雪を採取し, その重量を電子天秤で測定した。さらに粒径, 雪質, 硬度も測定している。

3. 解析結果

図1に2008年に実施したモンゴル東部及びシベリア南東部の積雪水量と標高との関係を示す。いずれも標高が増すにつれ, 積雪水量も増している様子がわかる。積雪水量 P を標高 H の関数として近似したところ, その傾きはモンゴル東部で0.09mm/m, シベリア南東部で0.23mm/mとなった。一般に日本の山岳域ではおおよそ1mm/mの割合で積雪水量が増加することが報告されているが, これらと比べて大きく異なり, 小さい値となっている。積雪水量の標高依存性は内陸に向かうにつれて弱まり, これは降水粒子が内陸に向かうにつれ減少することが一因として報告されているが, モンゴル東部やシベリア南東部でも同様に生じているのかについてさらに解析を進めていく予定である。これらの標高を関数とした積雪水量は, DEMと併用して流域内の積雪水量をグリッド化するための貴重な観測データとして利用される。

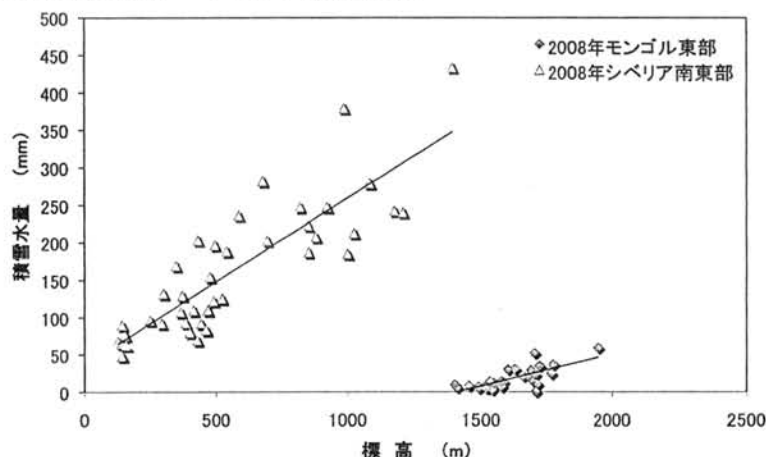


図1 積雪水量の標高依存性

アラスカ・ランゲル山雪氷コア中の鉄濃度から推定した 北部北太平洋域への鉄の沈着量

佐々木央岳（北海道大学大学院環境科学院），的場澄人（北海道大学低温科学研究所），
白岩孝行（総合地球環境学研究所）

Iron flux to the northern North Pacific estimated from the ice-core of Mt. Wrangell, Alaska

Hirotaka Sasaki (Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University)
Sumito Matoba (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)
Takayuki Shiraiwa (Research Institute for Humanity and Nature)

We measured iron concentration in an ice-core drilled in 2003 at Mt. Wrangell, Alaska which located the lee of the transport path of Kosa. The ice-core above 30-m recovered from 1997 to 2003 and the iron concentration peak appeared in spring every year. These peaks may reflect the Kosa event in spring. And we calculated the iron flux of each peak, and estimated the impact to the iron concentration of the ocean. The iron flux of maximum peaks can increase the concentration of iron in ocean twice.

Introduction

The northern North Pacific Ocean is one of the High Nutrient Low Chlorophyll (HNLC) ocean areas where biological productivity is low for high nutrient. Martin (1990) hypothesized that the iron play a key role in phytoplankton growth in these areas. Kosa is the huge dust storm occurs in the East Asian Continent and includes the iron as basis. It is deposited into the northern North Pacific Ocean region while on a transporting through this area.

In the northern North Pacific, there is a climate phenomena called PDO (Pacific Decadal Oscillation) that climatic state changes significantly in a several decades period. Recent studies pointed out that PDO occurs not only in a climate but also biological productivity in the ocean. Our research group suggested that PDO in climate at the northern North Pacific and fluctuations of the ecosystem in the ocean are connected by air-borne trace metal from Asian Continent. To make out this hypothesis, we continuing analysis of ice cores drilled around the northern North Pacific region for estimating of the nutrient flux provided from atmosphere. We measured high resolution iron concentration of the ice-core drilled at Mt. Wrangell, Alaska in 2003.

Iron concentration profile

We measured iron concentration in the ice-core from 0 to 30m (Sasaki 2008). Yasunari et al. (2007) estimated the age of ice core above 30-m recovered from 1997 to 2003. The profile of iron concentration shows that high concentration appeared in every spring from 1997 to 2003. Especially, remarkable high concentrations were shown in 2001 and 2002 when drastic Kosa phenomena in spring were observed in Japan. Accordingly, we suggest the iron profile of the ice core reflect on the variation of the dust flux

from the Asian Continent.

Iron flux from atmosphere

We calculated iron flux from the iron concentration in the ice-core sample from the length and the density of the ice-core sample. The iron fluxes in spring from 1997 to 2000 ranged 2.8-9.3mg/m². These values are comparable to the iron fluxes estimated by Duce and Tindale (1991), and Mahowald et al. (2003). We assume that one peak of iron concentration observed in 2001 and 2002 correspond to one Kosa event. The average of iron fluxes of each Kosa event in 2001 and 2002 was 10mg/m².

The impact to the ocean's iron concentration

Several previous works showed that dissolved rate of air-borne iron in the ocean was 2-10%. The depth of vertical mixing layer in winter at the northern North Pacific is approximately 30m (Nishioka personal communication). If we assumed that 2% of airborne iron can be dissolved in surface 30m of ocean, 0.13nM of iron can be dissolved from 10mg/m² of air-borne iron flux, and can increase the concentration of iron in ocean twice.

References

- Duce, R. A. and N. W. Tindale (1991), Atmospheric transport of iron and its deposition in the ocean, *Limnol. Oceanogr.*, **36**, 1715-1726.
- Mahowald, N. M. and Chao Luo (2003), A less dusty future?, *Geophys. Res. Lett.*, **30**, 1903.
- Martin, J. (1990), Glacial-Interglacial CO₂ Change: The Iron Hypothesis, *Paleoceanography*, **5**, 1-13.
- Sasaki, H. (2008), Iron flux to the northern North Pacific estimated from the ice core of Mt. Wrangell, Alaska, M. S. thesis., Hokkaido University, Sapporo.
- Yasunari, T. J., T. Shiraiwa, S. Kanamori, Y. Fujii, M. Igarashi, K. Yamazaki, C. S. Benson and T. Hondoh (2007), Intra-annual variations in atmospheric dust and tritium in the North Pacific region detected from an ice core from Mount Wrangell, Alaska, *J. Geophys. Res.*, **112**, D10208.

IV.4

ICESat/GLAS を用いた白瀬氷河流域における氷床表面高度変化の抽出

北山智暁 (千葉大学), 中村和樹 (産業技術総合研究所), 直木和弘 (千葉大学), 西尾文彦 (千葉大学)

Ice Sheet Surface Elevation Change Using ICESat/GLAS on Shirase Glacier drainage basin, East Antarctica

Tomoaki Kitayma (Chiba Univ.), Kazuki Nakamura (National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology), Kazuhiro Naoki (Chiba Univ.), Fumihiko Nishio (Chiba Univ.)

Abstract: It is important to understand that the mass balance of the Antarctic ice sheet for the sea level rise. Then, we presumed surface elevation change by using ICESat data. ICESat has launched at 2003 12 Jan 01. This satellite is measured by very high resolution. Result of analysis in 2003 and 2004, It increases in the large area. But there is a part of decreasing part. The result from 2003 to 2008 is announced on that day.

I. はじめに

気候変動における海面上昇を正確に把握するため、南極氷床の質量収支を正確に把握することが重要となる。2003 年 1 月, NASA/GSFC により、高精度に表面高度の計測が可能な Ice, Cloud, and land Elevation Satellite (ICESat) が打ち上げられ、氷床の質量収支の正確な理解が期待されている。

そこで我々は、白瀬氷河流域の東経 15°～55°, 南緯 68°～80° を対象に、ICESat 氷床表面高度データから、氷床表面質量収支の経年変化・季節変化の抽出を試みた。

II. データと解析方法

National Snow and Ice Data Center (NSIDC) で公開・配布されている南極・グリーンランドの氷床表面高度データ (GLA12 Level2 Global Antarctic and Greenland Ice Sheet Altimetry Data V28) を使用した。

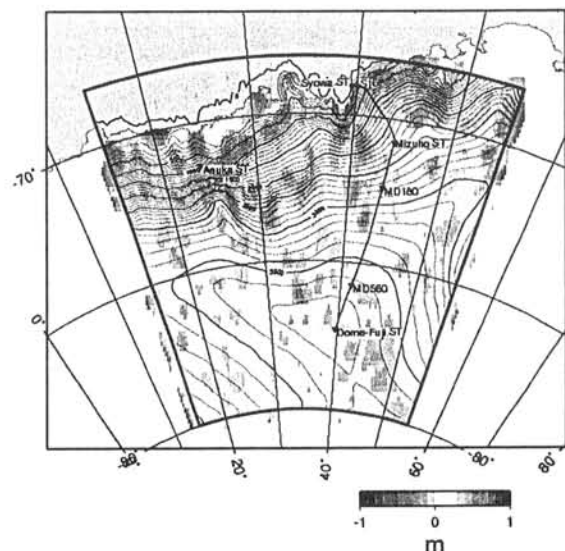
氷床表面高度の変動は、時期の異なる観測軌道の交点における高度差を抽出することで求めることが可能となる。本研究では、軌道を直線とみなし時期の異なる観測軌道との交点を

求め、交点の各軌道の高度を前後の観測値から内挿することで高度差を抽出した。

III. 結果

2003 年～2004 年の氷床表面高度変化を以下に示す。これより、表面高度変化は広域で増加傾向にあることがわかった。また、一部あすか基地周辺・白瀬氷河上部にかけ削剥域と思われる領域が存在することがわかった。

2003～2008 年における氷床表面高度の経年変化については当日報する。



南極氷床コア中の主要および微量元素

島村 匡、寺澤友里恵、岩下正人（北里大学）、高久雄一（環境技術研究所）

東 久美子、藤井理行（国立極地研究所）、福岡孝昭（立正大学）

Major and trace elements in Antarctic ice core

Tadashi Shimamura, Yurie Terasawa, Masato Iwashita (Kitasato University),

Yuichi Takaku (Institute for Environmental Sciences),

Kumiko Azuma, Yoshiyuki Fujii (National Institute of Polar Research),

Takaaki Fukuoka (Rissho University)

We have tried to determine major to ultra-trace elements (total 60 elements) including rare earth elements (REEs), platinum group elements (PGEs) in Antarctic ice core samples by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Removing procedures of surface contaminations of the ice core were investigated using intentionally surface contaminated ice blocks. Obtained element concentrations in the ice cores were ranged from 1.5×10^4 (Na) to 6×10^4 (Lu) ng kg⁻¹. However, Ge, Rh, Ag, Cd, Re, Ir, Pt, Au and Bi could not be determined since blank problem, instrumental background and/or spectral interferences. The concentrations of REEs and PGEs (Ru and Pd) were similar to or less than previously reported values. Enrichment factors (EF) were calculated with regard to crust average and sea salt using Al and Na as the reference elements respectively. EFs of 39 elements were less than 10, indicating crust (soil) and sea salt were main natural origin. Surprisingly, EFs of Ru, Pd, Sn, and Sb exceeded 100. Since age of the ice core is estimated more than 7000 years old, an ancient anthropogenic origin is unlikely. Candidates of natural origins for these elements are volcanic gases, forest fires, cosmic dusts etc. Other possibilities are contaminations during the sample drilling, storage and/or the sample preparation procedures. The sources of these elements will be discussed.

【目的】人間活動が盛んに行なわれる以前の極地は、人の手が及んでいないため、地球上の人為汚染がほとんどない、天然のバックグラウンドとみなすことができる。そのため、極地の氷床コア中に含まれる微量元素などから、人間活動が行なわれる以前の時代における、大気中の成分の変化の情報を我々に与えてくれる。それは、人為的汚染の発生源や輸送過程を調査するうえで大変重要である。しかし、極地の氷床コア中の元素濃度は大変低く、コアを掘削する際に、掘削機械などから氷表面が汚染されている可能性があるため、氷表面汚染を除去する必要がある。そこで本研究では、氷表面の汚染を除去するための方法の検討を行なった。また、その方法を用いて、南極氷床コア中における超微量元素の分析をすることで地球上でのバックグラウンドを知るための基礎的研究を行なった。

【方法】氷表面の汚染を除去する方法の検討において、超純水を凍らせた氷に Co, Zn, Sb, Cs, Ba, Pr, Pb の 7 元素の 10ppm 標準溶液を霧吹きで吹きかけ汚染させた。その汚染氷の表面汚染を、超純水を用いて、氷重量の 10%、30%、50%まで洗浄しながら溶解させ、何%まで洗浄すれば汚染が除去できるかの検討を行なった。この方法により、テストサンプルとしてアラスカの氷、および 1984 年みずほ基地で採集された南極氷床コア（深さ約 560 m、長さ 50 cm）を 3 分割したものの氷表面汚染を除去し、微量元素の分析を行なった。分析は、四重極型 ICP 質量分析計 (PQ-ExCells, Thermo Elemental) を使い、試料導入に apex 脱溶媒システムを使用し、60 元素を測定した。内標準には In を用いた。また主要元素は四重極型 ICP 質量分析計 (HP4500, Agilent) を使い cool plasma で 6 元素を測定した。内標準には Ga を用いた。

【結果および考察】氷表面汚染の除去の方法としては、氷表面を超純水で氷重量の 50%まで洗浄しな

がら溶解することで、ほぼ汚染が除去された。この方法を用いてアラスカ氷と南極氷床コアの前処理を行なった。南極氷において、濃度が高かった主要元素では、Na が 0.9~15ppb、Mg が 1.3~1.5ppb、K が 0.7~0.8ppb、Ca が 0.8~1.2ppb であった。他の元素としては、Fe が 128~170ppt、Co が 0.07~0.1ppt、Cu が 0.6~17ppt、Pb が 1~3ppt であった。最も低い濃度としては、Lu が 0.0006ppt であった。しかしながら Ge, Rh, Ag, Cd, Re, Ir, Pt, Au, Bi の 9 元素については濃度が低いこと、バックグラウンドが高いこと、スペクトル干渉があることなどの理由により定量できなかった。結果が得られた元素について、Na、Al を基準にして海塩起源 (ss)、土壌起源 (s) から氷中の濃縮係数 (Enrichment Factor, EF) を求めた。EF 値は元素が ss と s 成分に対してどれだけ濃縮されているかを定義としており、EF 値が 1 に近い元素は自然起源と考えられている。本研究の南極氷は堆積年代が約 7 千年前のものであり、人為的要因の汚染がないと考えられるため、EF 値は 1 に近い元素が多いと考えられる。EF 値が 1 に近い元素は Li, Mg, K, Ca, Ti, Cr, Fe, Mn, Co, Zn, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, 希土類元素, Hf, Ta, W, Bi, U とほとんどの元素が 1 に近い値となった。EF 値が高い元素は、Ru が 400、Pd が 12,000、Sb が 14,000、Sn は 800 となった。本研究の南極氷は人為的汚染がないと考えられるため、EF 値が高い元素において、火山起源、隕石起源、大規模な山火事等が考えられる。Sn は火山起源、Ru は隕石とも考えられたが、Pd, Sb についてはその起源を特定することはできなかった。また、EF 値が高い元素についてのもう一つの要因としては、コアを掘削する際に用いた掘削機械により、氷表面の汚染が氷内部へと浸透した可能性が考えられ、EF 値が高くなったと考えられる。

南極ドームふじにおける過去 72 万年のダスト変動

三宅隆之¹、藤井理行¹、平林幹啓¹、植村立^{1,2}、倉元隆之¹、東久美子¹、本山秀明¹、飯塚芳徳³、
五十嵐誠⁴、河野美香^{1,5}、鈴木啓助⁶、鈴木利孝⁷、藤田耕史⁸、堀川信一郎³

1:国立極地研究所、2:Laboratoire des Sciences du Climat et l' Environnement (LSCE), France、3: 北海道大学低温科学研究所、4:理化学研究所、5: ゲッティンゲン大学、6: 信州大学、7: 山形大学、8: 名古屋大学

Dust variability during the past 720 kyrs at Dome Fuji, Antarctica

Takayuki Miyake,¹ Yoshiyuki Fujii,¹ Motohiro Hirabayashi,¹ Ryu Uemura,^{1,2} Takayuki Kuramoto,¹ Kumiko Goto-Azuma,¹ Hideaki Motoyama,¹ Yoshinori Iizuka,³ Makoto Igarashi,⁴ Mika Kohno,^{1,5} Keisuke Suzuki,⁶ Toshitaka Suzuki,⁷ Koji Fujita,⁸ Shinichiro Horikawa³

1: National Institute of Polar Research, 2: Laboratoire des Sciences du Climat et l' Environnement (LSCE), France, 3: Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 4: RIKEN, 5: University of Göttingen, Germany, 6: Shinshu University, 7: Yamagata University, 8: Nagoya University

Microparticles (dust) in polar ice cores are well-known as an good indicator of terrestrial materials. Here we present a dust record from the Dome Fuji ice core drilled in January 2007. The dust concentration and percentage of dust size larger than 1 μm in diameter in the core periodically varied greater during glacial periods and lower during interglacial periods with glacial-interglacial cycles from MIS 17 to Holocene. The amplitude of dust concentration variation on glacial-interglacial cycles were smaller than after *ca.* 430 kyrs ago (MIS 12), so-called the Mid-Brunhes Event (MBE). On the other hands, this tendency was not remarkable for the percentage of dust size larger than 1 μm in diameter.

氷床コアを用いた古気候・古環境復元の際に、ダスト（固体微小粒子）は陸域起源物質のプロキシとなることが知られている。氷床コア中のダストは、発源地域の面積や状態、大気循環強度の変動によって、そのフラックスや粒径分布が変化すると考えられている。2007年1月、日本の南極地域観測隊はドームふじ基地で3035 mの氷床コア掘削に成功した。最深部は、水の同位体組成の比較から約72万年前と見積られ、気候・環境シグナルをよく保存していることが確認された。本研究では、ドームふじ基地で掘削された第1期、第2期の氷床コアに含まれるダスト濃度の解析から、ドームふじにおける過去72万年のダスト変動を復元し、気候変動との関係および変動要因の検討を行ったので報告する。

ドームふじ深層コア中のダストは、現在の完新世から最深部に当たる72万年前のMIS (Marine Isotope Stage) 17までシグナルが残存していることが確認された。この期間を通じてダスト濃度は、一貫して氷期の中でも最終氷期末期(LGM)をはじめとする末期に高く、間氷期に低いというサイクルを繰り返しており、その濃度差は最大数十倍と顕著だった。また氷期末期のダストピークの高さは、約43万年前のMid-Brunhes Event (MBE)を境に、それ以前のものはそれ以後のものよりも小さくなっていった。この変化は同じドームふじ氷床コアの $\delta^{18}\text{O}$ でも見られることから、氷期-間氷期サイクルの変化がダスト濃度変動にも影響を与えていたことになる。また粒径1 μm 以上のダストの割合は、氷期-間氷期サイクルで変化しダスト濃度同様、氷期末期に最大となり間氷期に最小となった。ただし濃度変化で見られたMBE前後での氷期末期のピークの差は、粒径においては濃度ほど顕著ではなく、ダストでも濃度と粒径では氷期-間氷期サイクルの変化の影響が異なると推察された。

IV.7

ドームふじにおける過去 72 万年間のオービタル・スケール 及び

千年スケールのエアロゾル変動

東久美子(国立極地研究所)、平林幹啓(国立極地研究所)、三宅隆之(国立極地研究所)、植村立(国立極地研究所/Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement)、倉元隆之(国立極地研究所)、本山秀明(国立極地研究所)、五十嵐誠(理化学研究所)、飯塚芳徳(北海道大学)、鈴木啓助(信州大学)、鈴木利孝(山形大学)、藤田耕史(名古屋大学)、堀川信一郎(北海道大学)、河野美香(国立極地研究所/ゲッティンゲン大学)、藤井理行(国立極地研究所)、川村賢二(国立極地研究所)、青木周司(東北大学)、中澤高清(東北大学)

Orbital and millennial-scale variability of aerosol fluxes during the past 720,000 years reconstructed from the Dome Fuji ice core

Kumiko Goto-Azuma (National Institute of Polar Research), Motohiro Hirabayashi (National Institute of Polar Research), Takayuki Miyake (National Institute of Polar Research), Ryu Uemura (National Institute of Polar Research, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, France), Takayuki Kuramoto (National Institute of Polar Research), Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research), Makoto Igarashi (Riken), Yoshinori Iizuka (Hokkaido University), Keisuke Suzuki (Shinshu University), Toshitaka Suzuki (Yamagata University), Koji Fujita (Nagoya University), Shinichiro Horikawa (Hokkaido University), Mika Kohno (National Institute of Polar Research, Georg-August-Universitaet Goettingen, Germany), Yoshiyuki Fujii (National Institute of Polar Research), Kenji Kawamura (National Institute of Polar Research), Shuji Aoki (Tohoku University) and Takakiyo Nakazawa (Tohoku University)

Ice core drilling at Dome Fuji, Antarctica reached a depth of 3035.22m in January 2007. Here we report the variations of sea-salt (ss) sodium, non-sea-salt (nss) calcium and non-sea-salt (nss) sulfate in the Dome Fuji core for the depths above 3028m. The oxygen isotope profile, compared with the Dome C deuterium profile, suggests that the depth 3028m goes back to 720,000 years ago, which corresponds to MIS (Marine Isotope Stage) 17. Fluxes of sea-salt sodium (proxy for sea-salt) and nss calcium (proxy for dust) at Dome Fuji are linked with Antarctic temperature; they are high during cold glacial periods and low during warm interglacial periods, as has been reported by earlier studies. Strikingly, flux levels of these ions are very similar to those at Dome C throughout the past 720,000 years, which suggests uniform fluxes of sea-salt and dust aerosols over high elevation sites on the East Antarctic Plateau during the last seven glacial cycles. We find no straightforward link between nss sulfate and Antarctic temperature. Though variability of nss sulfate flux seems to be related to

variability of orbital parameters, the relationship seems to be complex. During all the glacial periods back to MIS 16, nss calcium shows millennial-scale variability, which is associated with millennial-scale Antarctic temperature variability. On the other hand, ss sodium and nss sulfate do not show such clear millennial-scale variability. Causes of orbital and millennial-scale variability of aerosol fluxes will be discussed.

日本の南極観測隊は第2期ドームふじ深層コア掘削計画の下で、2007年1月に3035m深のコアの掘削に成功した。昨年はドームふじコアの深度3028mまでの酸素同位体プロファイルから過去72万年間の気候変動を復元し、過去7回の氷期における千年スケールの気候変動について報告した。本報告では3028m深までの海塩性ナトリウムイオン（海塩エアロゾルの指標）、非海塩性カルシウムイオン（ダストの指標）、非海塩性硫酸イオン（海洋生物活動の指標）のフラックス変動について報告する。

72万年間にわたり、ドームふじにおける海塩性ナトリウムと非海塩性カルシウムは、フラックスが氷期に高く、間氷期に低いという、南極の他の地点で掘削された深層氷床コアと同様の変動パターンを示していた。両イオンのフラックスは、気温変動と逆相関でオービタルスケールの変動を示していた。さらに、両イオンは、フラックスの変動パターンだけでなく、フラックスのレベルがドームふじとドームCで、72万年間を通じてほぼ同じであった。数千キロ離れた2地点で、フラックスレベルが72万年間を通じてほぼ同じであったということは驚くべきことであり、両イオンの起源、大気循環過程などを推定する上で重要なヒントとなる。一方、非海塩性硫酸イオンのフラックスは、オービタルスケールの変動を示すものの、海塩性ナトリウムや非海塩性カルシウムとは異なり、気温と単純な逆相関の関係を示していなかった。

ドームふじコアがカバーしていた7回の氷期において、非海塩性カルシウムのフラックスは、明瞭な千年スケールの変動を示していた。これは、気温の千年スケール変動と対応しており、気温が低いときにフラックスが高いという関係があった。非海塩性カルシウムの起源は南米大陸であると考えられており、南極における千年スケールの気温変動が低緯度における気候・環境変動と直接関係していたこと意味している。海塩性ナトリウムと非海塩性硫酸イオンのフラックスには、このような千年スケール変動が見られなかった。

Outline of the Japanese Swedish Antarctic Expedition 2007-2008: activities along routes between S16 and the meeting point

Shuji Fujita (National Institute of Polar Research)

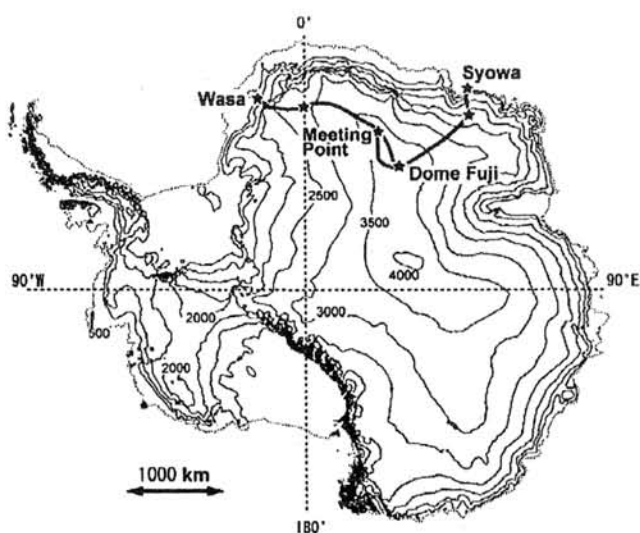
The Japanese Swedish Antarctic Expedition, JASE, is a joint contribution to the International Polar Year. The tracked-vehicles-based expedition made use of two start points, the Japanese Syowa Station and the Swedish Wasa station. The JASE traverse investigated inland environment of the ice sheet along the line connecting four Antarctic Stations, Syowa - Dome Fuji - Kohnen - Wasa. The start took place in November 2007, aiming at a meeting point on the Polar Plateau in late December, for joint scientific efforts and exchange of a few crew members. The total length of the traverse line was more than 2800-km. The JASE traverse was conducted successfully. Here, outline of the JASE expedition along routes between S16 and the meeting point is presented from a viewpoint of the Japanese side.

1. Outline

The JASE traverse was organized by several organizations both in Sweden and Japan. National Institute of Polar Research (NIPR) and Swedish Polar Research Secretariat (SPRS) managed logistics in Antarctica. Scientists in NIPR and Stockholm University lead scientific research. In addition, researchers from two Japanese universities, Hokkaido University and Kitami Institute of Technology, participated in the traverse and scientific activities.

A basic scientific purpose was to better understand spatial distribution of the ice sheet environment. In particular, near Dome Fuji area and further inland. Specifically, we had three major subjects: (i) boundary conditions of Antarctic ice sheet such as surface mass

Figure: The JASE traverse routes in Antarctica. Both Japanese team and the Swedish team conducted a round trip from their base to the meeting point.



balance, meteorological conditions, snow chemistry, physics of firn and thickness distribution of the ice sheet (ii) internal structure of the ice sheet such as 3-D structure and sub-glacial environment (iii) ice sheet biology such as bacterial ecology, pollen research and subglacial water environment. In order to conduct research for these subjects, a number of scientific instruments were utilized in the field. Also, various observations were done.

2. Progress of the field work

The wintering team of the 48th Japanese Research Antarctic Expedition (The 48th JARE) supported preparation of the traverse at Syowa Station in 2007. They carried out maintenance of the four Ohara SM-100 type tracked vehicles. There were in all 8 members in the Japanese team. 4 were from the wintering team at Syowa Station. Remaining 4 came to Antarctica in November 2007 by airplane through the DROMLAN air network. 8 members got together at S16 point near Syowa Station, and started the inland traverse. They used the 4 vehicles and 21 2-ton-type sledges. Many scientific instruments, such as ice sounding radars and microwave radiometers were mounted on the vehicles. They were operated continuously along the traverse route. In all, three sounding radars and a Ground Penetrating Radar (GPR) were operated. Also, 5 channels of the Microwave Radiometer were used to observe internal layers of the firn. JARE made two 4-m deep pits and one 2-m deep pits for sampling of firn and observation of firn stratification. In addition, in each camp site, daily activities were done: 1-m pit work, aerosol sampling, 10-m snow temperature measurements and so on. The teams of the two nations met on Dec. 27th at the meeting point. They exchanged two scientists there and started return trip to their home station, Wasa and Syowa.

3. Major results

In general, the scientific purposes are being achieved. Deep radar sounders and GPR worked during the traverse; huge data set of the radar data was established. We confirmed at least two subglacial lakes along the route. One of the lakes was located just ~40 km away from the Dome Fuji Station. We installed two new Automatic Weather Stations (AWS) on the route. Earlier scientific activities and present activity made the route from Syowa to Dome Fuji a very important survey line with a suite of scientific data since early 1990s. The microwave radiometers worked along the entire route from S16 to Swedish Wasa Station. By combining the ground data of the microwave radiometers and satellite remote sensing data, we will better understand how physical structure of the firn links with the remote sensing data. We collected huge amount of snow samples for chemistry, biology and physical analysis. Several presentations will be given in this symposium to show major results. We found that in mid summer season, snow metamorphism proceeds rapidly at the surface of the ice sheet due to insolation. Next few years are timing for us to make efforts for scientific development.

V.2

Outline of the JASE activities along the route between the Wasa station and the meeting point

Per Holmlund (Stockholm University)

The second part of the JASE expedition was organised from Sweden and we were travelling with four Berco TL4-6 tracked vehicles from the Wasa station to the meeting point and back again. The main purpose with this leg was to study the highly resolved physico-chemical characterization of the Antarctic air-snow interface and remotely sensed studies of ice dynamic structures within the ice and its base. More specifically we aimed to; survey the inner and coastal unexplored part of the continent by means of geophysical measurements, shallow drillings and remote sensing techniques; obtain a chronological linkage between the different deep ice drill sites in East Antarctica and survey the present-day variability in climate-meteorological conditions; study how the signals of regional and global climate variability reach the coring sites and are locked into the ice record through the load and composition of atmospheric aerosols and gases and the processes occurring at the atmosphere/snow interface; provide new information for surface mass balance and ice sheet elevation change; and survey the ice dynamics and geologic setting of important earth crustal structures of East Antarctica Precambrian craton and the ice dynamics at subglacial lake sites.

The specific objectives of these field surveys were to: (i) Produce a steady state EPICA-DML deep ice core record based on surface measurements along the flow line. -Determine variability of accumulation rate of snow. (ii) Model backscatter from ENVISAT ASAR (satellite sensor) over Antarctic firn/snow. (iii) Characterize the atmospheric aerosol. (iv) Study air-snow transfer processes by simultaneous measurements in air and snow. (v) Study the physical settings (surface accumulation, internal layering, bed topography) along the ice divide and at the sites of subglacial lakes and prioritized for other reasons.

The outcome of the expedition was successful with a good coverage of field data along the traverse. The most successful parts were surface snow sampling and snow radar surveys. These projects received all requested data. All other projects were successful but include gaps. But complete or not, these data are new and they are sampled from an unexplored area of the Antarctic continent so we have high expectations on the. A few highlights seen at this early stage is that the contamination in the Antarctic atmosphere is extremely low; there are no indications on dynamic changes of the ice sheet over the last 10 000 years along the ice divide; areas with probably preserved relict subglacial landforms were observed; The variability in snow layering is mirrored in surface topography and ice layering; Potential sites for subglacial lakes were found but not verified; and promising results on explaining satellite backscatter from field evidence.

Preliminary result on the deep sounding radars of the ice sheet along the route of the Japanese Swedish Antarctic Expedition

Shuji Fujita (National Institute of Polar Research) and Per Holmlund (Stockholm University)

The Japanese Swedish Antarctic Expedition, JASE, is a joint contribution to the International Polar Year. The tracked-vehicles-based expedition made use of two start points, the Japanese Syowa Station and the Swedish Wasa station. The JASE traverse investigated inland environment of the ice sheet along the line connecting four Antarctic Stations, Syowa - Dome Fuji - Kohnen - Wasa. The start took place in November 2007, aiming at a meeting point on the Polar Plateau in late December, for joint scientific efforts and exchange of a few crew members. The total length of the traverse line is more than 2800-km. The JASE traverse was conducted successfully.

Radio techniques were very important in the JASE traverse to detect subsurface conditions continuously. We used variety of radars and microwave radiometers to survey englacial and subglacial environment. This presentation aims to introduce outline of our activities that used deep sounding radars.

We used three deep sounding radars to investigate ice thickness and the internal structure. They are a 179 MHz pulse modulated radar, 60 MHz pulse modulated radar and 179 MHz pulse-modulated radar which detects phase and polarization of both along and across the track. These radars recorded continuous data along the traverse line. We made invaluable sets of data to better understand internal structure of the Antarctic ice sheet.

Changes of surface snow density in a summer in the Antarctic

Dome Fuji region

Shuji Fujita (National Institute of Polar Research), Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology), Takao Kameda (Kitami Institute of Technology), Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research), Shin Sugiyama (Hokkaido University)

We investigated changes of surface snow density in an Austral summer 2007-2008 in the Antarctic Dome Fuji region. Along a 364-km long line near Dome Fuji Station, we measured density profiles of surface snow twice. The first set of data was acquired in a period from December 2nd to 9th, 2007. The second set of data was taken during a period from January 10th to 15th 2008. And then two sets of density data were compared.

This investigation for temporal variation of density was conducted in the Japanese Swedish Antarctic Expedition, JASE, a joint contribution to the International Polar Year. The tracked-vehicles-based expedition made use of two start points, the Japanese Syowa Station and the Swedish Wasa station. We utilized an opportunity that the Japanese team went through the same route near Dome Fuji twice, on the way in and out, with a month-long time interval enclosing the summer solstice. The route was between Dome Fuji Station (77°19' S, 39°42' E, and 3810-m above sea level) and a site named Relay Point (74°0'S, 43°00'E, and 3353-m above sea level). Elevation difference is ~460 m. Total length was 364 km.

We chose three different ways for the sampling as follows, (i) sampling for 12-cm-long vertical column, (ii) 3-cm resolution measurement from the surface to a depth down to 18-cm and (iii) 2-cm resolution measurement from the surface to a depth of 12 cm. The first and second methods were used every 10-km along the route. The third way was used when profiles with higher resolution were investigated.

We found that in majority of the sites significant densification occurred at the top several centimeters of the ice sheet surface during this one month period. In addition, amount of densification is as large as density contrast between layers that we often find in firn in this region, which suggests that summer densification play an important role to make initial strata of density.

Density strata is one of major causes of scattering of radio waves in the ice sheet. In addition, density strata influence to firn-ice transition processes. We will present observed phenomena and discuss a link between summer densification and density strata in the shallow part of the ice sheet.

日本-スウェーデン南極トラバースルートにおける表層積雪密度と誘電率の測定
 杉山 慎(北海道大学 低温科学研究所), 榎本 浩之(北見工業大学), 藤田 秀二(国立極地研究所)

Snow density and dielectric constant measurements along the Japanese-Swedish
 Antarctica traverse expedition route

Shin Sugiyama (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)
 Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology)
 Shuji Fujita (National Institute of Polar Research)

During the 2007-2008 Japanese-Swedish traverse expedition over the east Antarctica, snow density and dielectric properties of 1-m deep surface snow layer were observed along the route. The aim of the measurements was primarily to provide basic information for investigating snow accumulation process and satellite data of Antarctica. In this contribution, we present the snow density along the 2,800 km traverse route and a relationship between the density and dielectric constant of snow.

The snow density measurement was carried out with a 3 cm thick snow density sampler. Samples were collected every 3 cm from the surface to 1 m deep. We used a device called snow fork to measure the dielectric constant of the snow. Electrodes of the device were inserted into a snow wall at the same depth as the density measurements. The measurement was conducted with two different settings of the electrodes, parallel and vertical to the snow layer, to investigate anisotropy in the dielectric property.

The density varied along the route depending on the altitude and the distance from the coast (Fig. 1). It gradually decreased from the coast to Dome F, and then it showed nearly constant value to Kohnen station. The density increased again from Kohnen to Wasa stations. Probably, the density variation is the result of the changes in accumulation rate and climatic conditions (e.g. temperature, radiation and wind) along the route. The relationship between the density and dielectric constant is represented by a liner function in general, but deviation of the data from the regression line is significant (Fig. 2). The deviation of the data suggests that the dielectric property was controlled by snow structure. The anisotropy was not observed in our data.

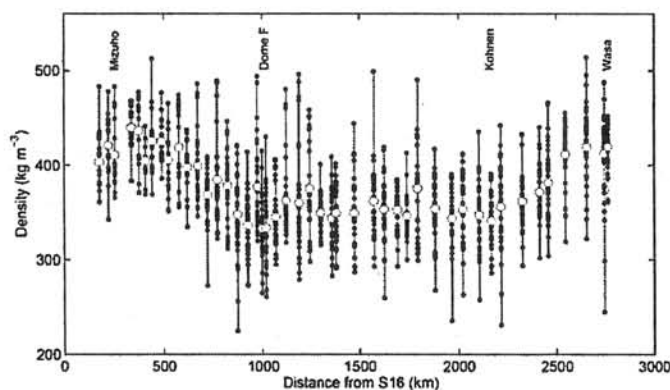


Fig. 1 Snow density along the traverse route. Open circles indicate the mean of individual measurements (dots) with 3 cm intervals.

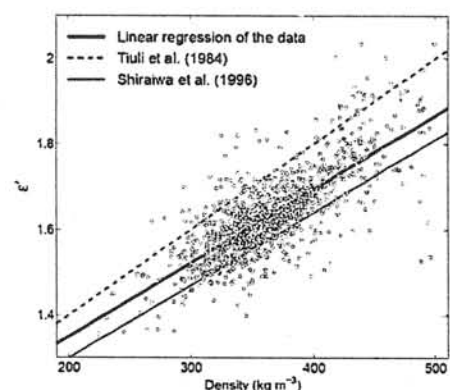


Fig. 2 Relationship between the snow density and dielectric constant obtained by the measurements along the traverse route.

VI.1

日本スウェーデン共同トラバースで実施した地中探査レーダ（GPR）を用いたフィレン層の内部構造観測

福井幸太郎、藤田秀二、本山秀明（国立極地研究所）

GPR sounding of polar firn in the east Dronning Maud Land, Antarctica, observed by Japanese-Swedish traverse expedition

Kotaro FUKUI, Shuji FUJITA, Hideaki MOTOYAMA (National Institute of Polar Research)

This study presents the internal structure of polar firn in east Dronning Maud Land, Antarctica. The ground penetrating radar (GPR) sounding were carried out on 2007/2008 Japanese-Swedish Antarctic Expedition (Japanese part) which crossed east Dronning Maud Land from Syowa station to Meeting point (75°53'S, 25°50'E) via Dome Fuji station. In the coastal region, <2000 m above sea level (ASL), the internal layering of firn had significant undulations. We found that bedrock topography created the surface undulations, which affected the spatial variations in surface mass balance. The spatial variations in surface mass balance caused the undulations of internal layering of firn. In the katabatic wind region, 2000-3600 m ASL, glazed surfaces alternated with sastrugi areas. The internal layering of firn indicated that the glazed surfaces sank underneath sastrugi areas. In the inland region, >3600 m ASL, the flat internal layering of firn continued for 600 km. The influence of bedrock topography on the internal layering was negligible in this region.

1. はじめに

フィレン層の内部構造はルート雪尺観測が実施される以前の過去の積雪の堆積状況を推測したり、浅層コア掘削の実施地点を選定したりする上で重要な情報である。しかし、日本隊では実施されたことがなかった。本発表では日本・スウェーデン共同トラバース旅行中に実施したフィレン層の地中探査レーダ（GPR）観測の結果について報告する。測線は S16～DF～会合点間の合計 1900km、観測期間は 2007 年 11 月 14 日～2008 年 1 月 6 日である。

2. 方法

観測に用いた GPR は GSSI 社製の SIR3000 である。使用したアンテナは周波数 270MHz のシール型アンテナである。アンテナは雪上車 SM100 の助手席のドア付近から横方向にのばした単管にワイヤーでつり下げて設置した。アンテナの高さは雪面から 15cm である。サスツルギ帯でアンテナが頻繁に雪面と接触したが、不具合は一度も発生しなかった。雪上車の移動速度は時速 7km である。データは欠測無く全区間にわたって取得できた。データ解析には GSSI 社製の RADAN6.5 を使用した。

3. 結果

沿岸部（標高 2000m 以下）： GPR 断面には明瞭な等年代層（isochrone layer）が確認でき、5～10km 周期で大きく波打つような構造がみられた(Fig. 1). 基盤地形の凹地では表面質量収支が周囲より大きくなり、凹地を埋めるように沈み込むフィルン層の構造が見られた. つまり、GPR 断面にみられた大きく波打つような構造は基盤地形によって作り出されているものと考えられた.

カタバ風帯（標高 2000～3600m）： 基盤地形の凸部では氷床表面に起伏ができており、急傾斜地は消耗域で光沢雪面が形成、緩傾斜地は堆積域でサスツルギ帯になっている. GPR 断面には光沢雪面がサスツルギ帯の下層、深度 70m 付近まで沈み込んでいくような構造がみられた.

内陸部(標高 3600m 以上)： ほぼフラットな構造の等年代層がドームふじ、さらに会合点まで 600km 以上続く. ここではフィルン層の内部構造に対して基盤地形の影響が非常に小さくなる.

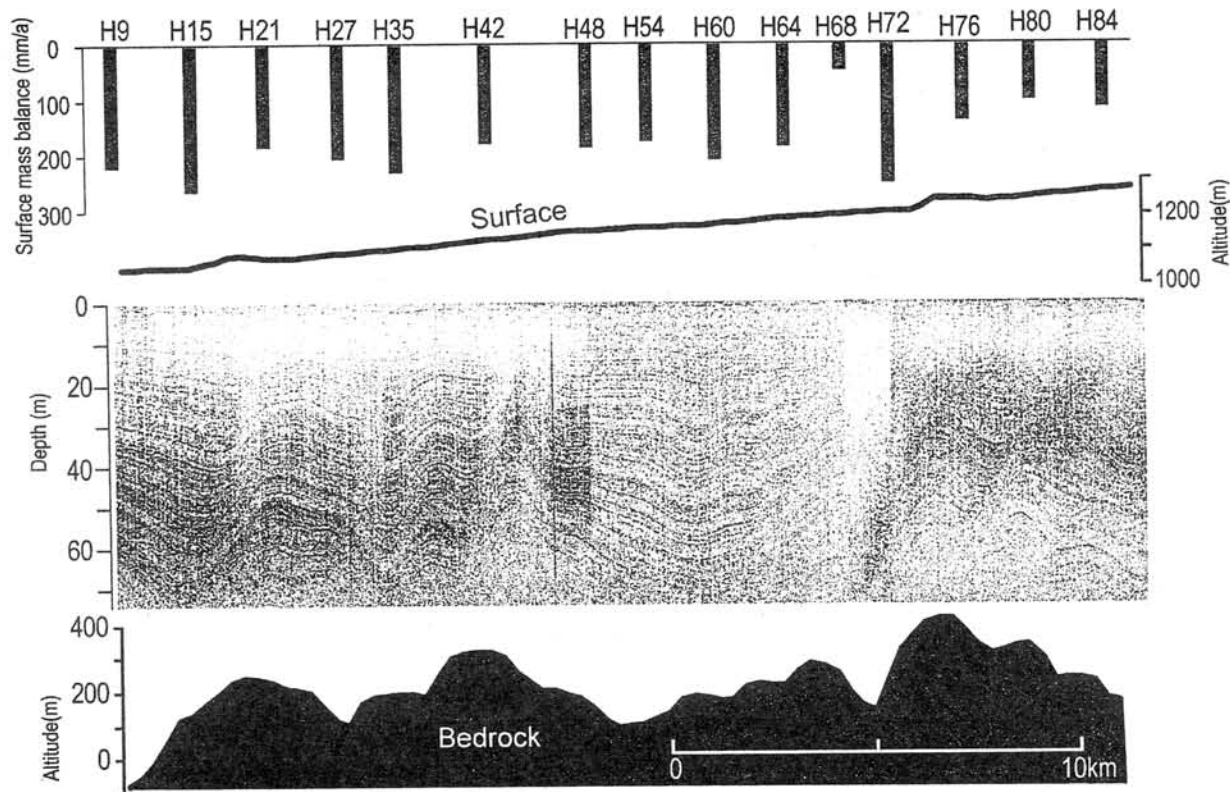


Fig. 1 Surface mass balance, surface feature, GPR profile and bedrock topography in the coastal region.

Microwave Observation along the Japanese-Swedish

Antarctic Traverse Route

Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology), Shuji Fujita (NIPR),
Shin Sugiyama (Hokkaido University), Sylviane Surdyk (NIPR)

Japanese-Sweden joint traverse observation was carried out in the East Antarctica from November, 2007 to January, 2008. This traverse research was a part of IPY activity and, as a JARE project, corresponds to a part of the research project for climate and ice sheet change system by introducing new research techniques and approaches. The route started S16 and traveled to Dome Fuji, then the route goes to Wasa station, following an inland ridgeline from Dome Fuji to Kohnen Stations. In this route, the traverse group performed continuous observation of the microwave radiation from ice sheet over 2800km research line. From the microwave data analysis, we try to analyze the annual mean temperature, snow accumulation rate and area of surface melting. A new instrument, portable microwave radiometer MMRS2 (6GHz V & H, 18GHz V, 36GHz V & H) was used for the research.

Annual mean temperature was often indicated by the 10m-depth snow temperature. Microwave with 6GHz is emitting from the deeper snow layers, thus microwave emission of 6GHz can be good measure of the local annual mean temperature. The 10-m depth temperature at camp sites and brightness temperature of 6GHz (V) showed good correlations.

Microwave emission is affected by the snow structures. Since the more layering is considered to indicating less accumulation rate. Low emissivity of microwave can be an indicator of less accumulation rate. We try to confirm this relationships and pointed out local discrepancies and regional characteristics of snow. The microwave emission from the glazed surface was observed to be very low at 18GHz channel, as much as 40K. Those local variations were evidenced from the both Japanese and Swedish routes.

On the other hand, slight change of slope has been considered to produce local accelerations, in turn the local divergence and convergence. These variations make an alternative snow accumulation pattern on the slope. These relationships were evidenced from the microwave observations on the route with larger variability of slope. These local patterns were also correspond to variations appeared in MODIS and RADARSAT images. There are characteristic relationships of surface topography and snow accumulations reflecting microwave emissivity, surface grain size and scattering conditions of SAR.

In situ data of microwave data shows strong local variability which satellite data can not indicated. We are aiming to apply microwave information obtained from the traverse research to the satellite data to display the entire Antarctica with new interpretations.

VI.3

Aerosol observations between Wasa and Meeting point during JASE

Johan Ström, Margareta Hansson, and the JASE-team

In-situ aerosol observations between Wasa and the JASE meeting point consisted of total particle number density (CPC3010), DMPS and OPC size distributions (15nm-17 μ m), particle light absorption (custom-built PSAP), and size dependent volatility measurements (DMPS; 15-290 nm). The data logger of the DMPS and OPC system broke down between 21 December and 13 January for which period these systems did not deliver any data. Light absorption on the other hand continued to work during the whole experiment. During the experiment many different kinds of aerosol distributions and number densities was observed, and both very aged aerosol as well as particle nucleation events was detected. From the synthesis of the data four different periods emerge which are, the storm episode between 10 and 15 December, plateau 17-21 December, plateau 13-17 January, and near ocean level at Wasa at the end of January through beginning of February. The storm episode is very interesting due to the large variation in the aerosol characteristics. It was also the period with the highest levels of light absorbing particles despite the reduction of aerosols due to precipitation. A hypothesis is that these, probably hydrophobic, particles was transported at high altitude and rapidly descended towards the plateau. In the aftermath of the storm when the sky cleared up there is also evidence of new particle formation. The two plateau episodes are in the same geographical area, with similar air mass trajectory patterns, but the two periods present rather different aerosol characteristics. Whereas the first period presented an aged mono-modal distribution, the second period presented several modes and higher number particle number densities. The period at Wasa showed very variable conditions with particle nucleation events as well as possible strong source of salt particles from the open ocean. The latter information was deduced from the volatility measurements.

VI.4

Links between JASE and the European drilling program EPICA at Kohnen Station Margareta Hansson, Torbjörn Karlin, and the JASE-team

Analysis of the chemical composition of snow, firn and ice can reveal variations in marine and terrestrial sources that once influenced the atmospheric aerosol composition and concentration. The atmospheric aerosols eventually end up in the precipitation or become dry deposited onto the snow surface. Samples for chemical analyses by ion chromatography were collected from the surface snow with a resolution of approx. 50 km along the full JASE traverse line between the Swedish station Wasa and the Japanese station Syowa. A few 10 x 10 m grid nets were sampled with high resolution. A 4 m deep snow pit at the meeting point and a number of shallow firn cores were also sampled. Stable water isotopes, Sr/Nd isotopes, sulfur isotopes, ^{10}Be and soot will be analyzed in addition to the analysis of major ions. The present spatial variability in these parameters will be revealed. The same parameters have been analyzed in the deep ice core from Kohnen station drilled within the European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) revealing the temporal variations over several hundred thousands of years at the site of snow deposition. The information in the present spatial variability will provide a mean to differentiate between the relative importance of changes in source strength, transport and deposition processes in the deep ice core temporal variations.

晩冬季のウェッデル海北西部海氷上の積雪の特性について

豊田威信（北大低温研）、Christian Haas（アルバータ大学）、Marcel Nicolaus（ノルウェー極地研）、Zhijun Li（大連工科大）、青木茂（北大低温研）

Snow properties on sea ice in the northwestern Weddell Sea in late winter

Takenobu Toyota (Hokkaido University), Christian Haas (University of Alberta),
Marcel Nicolaus (Norwegian Polar Institute), Zhijun Li (Dalian University of Technology),
and Shigeru Aoki (Hokkaido University)

The northwestern part of the Weddell Sea is located at the northward branch of the Weddell Gyre and characterized by significant amount of second-year ice with large amounts of metamorphic snow. Properties of the snow, its metamorphic states, and its effect on sea ice were studied in this area during the Winter Weddell Outflow Study (WWOS) of the German icebreaker R/V “Polarstern” in September and October 2006. The snow thickness distribution was obtained by video monitoring on board while sailing, and by meter stick measurements along transects on 25 ice floes. Stratigraphy and the vertical profiles of temperature, salinity, and $d^{18}O$ were examined at snow pits on 23 ice floes. The analyses show that 1) snow on second-year ice has significantly thicker depth (0.76m), lower salinity (0.0psu), and lower $d^{18}O$ (-19.09 permil) than first-year ice but that its density is almost the same (331kg/m^3); 2) from $d^{18}O$ analysis the fraction of snow ice to total ice thickness is estimated to be 15.2 % for second-year ice, twice the value (7.6%) for first-year ice; 3) $d^{18}O$ of snow is estimated to be -16.90 ± 4.12 permil on average, coinciding with the predicted value from water mass analysis, and has a good correlation with both latitude and longitude, reflecting the ice drift due to the Weddell Gyre; 4) depth hoar, occupying 55% of total depth, is a dominant snow type and characterized by significantly lower density and higher $d^{18}O$. The comparison with AMSR-derived snow depth will also be discussed.

はじめに ウェッデル海北西部は南極海氷域の中では多年氷が顕著に存在するところとして知られる。積雪が比較的深いため積雪の形態変化が顕著であり、snow ice や superimposed ice の形成などによる積雪－海氷の相互作用が顕著な海域である。また、海氷が春に融解した後は南大洋を北上して南極中層水(AAIW)の形成に関わるため、海氷上の積雪は淡水供給としても重要な役割を果たす。そこで形態変化が進行する晩冬季に行われた現場観測データを基に、海氷や海洋との相互作用という観点から積雪の特性を定量的に評価

することを試みた。併せて、衛星 AMSR データから見積もった積雪深との比較結果も議論する。

観測手法 観測は南極ウェッデル海北西部においてドイツ船「Polarstern」を用いて 2006 年 9～10 月に行われた (Fig.1)。観測時の気温は $-20 \sim 0^\circ\text{C}$ を変動し、特に 9 月末の高温期には若干の降雨も記録した。積雪深分布は船上に搭載した下向きビデオカメラによる航路上のデータ(計 351 個)と、氷盤(計 25 個、内 4 個は二年氷)上での測線観測（原則として 200m）データの 2 種類を取得

した。雪質の層構造や温度・密度・塩分・ $\delta^{18}\text{O}$ の鉛直プロファイルは各氷盤上の測線観測の近傍の一点で snow pit 観測により取得した。なお、 $\delta^{18}\text{O}$ はAWIと北大低温研で分担して測定した。

結果 氷盤上の測線観測による積雪深($0.32 \pm 0.13\text{m}$)はビデオ計測の値($0.36 \pm 0.15\text{m}$)とほぼ一致することから、氷盤上での観測の代表性がある程度確かめられたと考えられる。解析から得られた主な結果は以下の通りである。1) 雪質は他の南極域と同様 Depth hoar が最も卓越して全体の半分以上を占め、他の雪質に比べて有意に低い密度、高い $\delta^{18}\text{O}$ の値で特徴づけられた(Table.1)。2) snow ice の全海氷厚に対する割合は9.3%と見積もられ(Fig.2)、オホーツク海氷とほぼ同じであった。これに付随して海水結氷時の分別係数は $1.91 \pm 0.30\text{‰}$ と推定された。3) 二年氷の積雪は、一年氷と比べて密度はほぼ同じであるものの、厚さは約3倍(0.76m)、塩分はほぼ0psu、snow iceの割合は2倍(15.2%)という特性の違いが見られた。4) 積雪 $\delta^{18}\text{O}$ 全体の平均値は $-16.90 \pm 4.12\text{‰}$ と見積もられ、AAIW形成過程での淡水供給という観点から見積もられた予測値($-17 \pm 3\text{‰}$; Meredith et al., 1999)とほぼ合致した。また、各氷盤の値は緯度、経度と良い相関が見られた(Fig.3)。これは Weddell Gyre に沿って氷盤が漂流したためと考えられ、沿岸の南極基地での観測値を基に導出した経験式 (Eicken et al., 1994) を参照することにより氷盤の起源の推定も行った。

Table.1 Statistics of snow properties

Type	Fraction (%)		Density (kg m^{-3})	Salinity (psu)	Delta ^{18}O (permil)
	Primary or Secondary	Primary			
New snow	1.4	1.4	-	-	-
Rounded grains	32.8	30.5	360 ± 69	0.3 ± 0.8	-18.94 ± 4.61
Wet grains	39.2	34.2	343 ± 49	0.3 ± 1.0	-17.96 ± 4.57
Depth hoar	54.5	24.5	296 ± 32	1.1 ± 2.5	-13.53 ± 3.27
Slush	2.3	2.3	-	-	-
Ice layers	7.2	7.2	-	-	-
Total	137.4^*	100.0	331 ± 51	0.7 ± 1.6	-16.90 ± 4.12

(means standard deviation, weighted by thickness)

* Since one layer can be composed of several snow types, total fraction exceeds 100%.

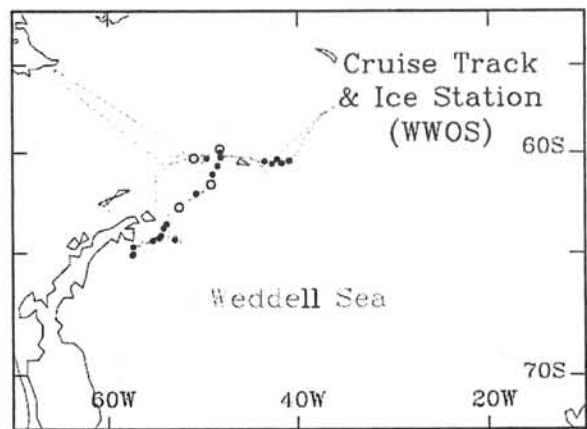


Fig.1 Map of ship track and ice stations.

Closed circles: FYI, Open circles: SYI

Ice edges are parallel to cruise track (broken line).

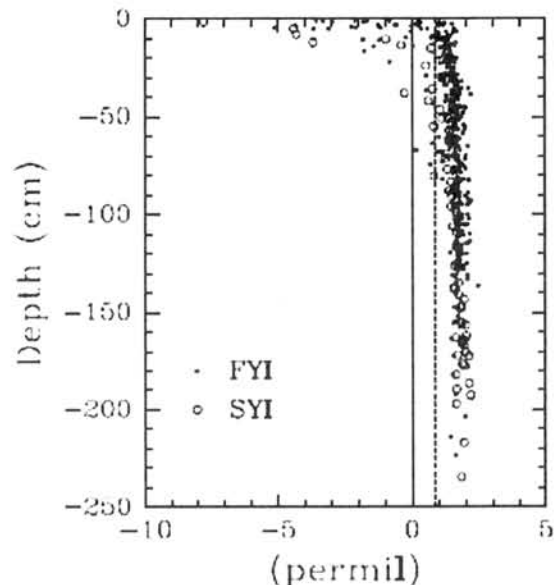


Fig.2 Vertical profile of all the ice $\delta^{18}\text{O}$.

Left side of a broken line indicates snow ice.

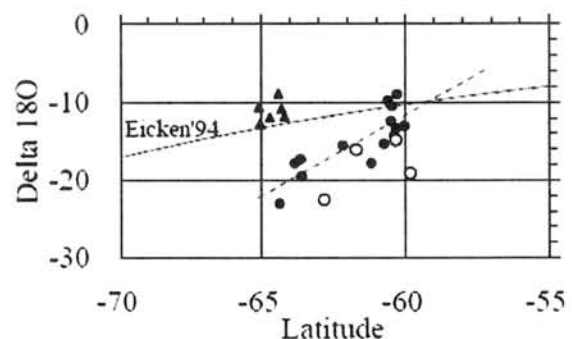


Fig.3. snow $\delta^{18}\text{O}$ vs. latitude

ビデオ画像接続による宗谷海岸の実態把握

齊藤隆志 (京都大学防災研究所)

Monitoring of Soya coast by connecting the captured video images

Takashi SAITO (DPRI, Kyoto univ.)

Abstract: The monitoring of Soya coast using video images taken from a helicopter by JARE43 are carried out scoping to make a base map of field experiments and a step-up to the next stages of monitoring project. The captured video images are placed together as mosaic images along coast line by GIS and they give various spatial information. The video images are originally 15.5×10^5 pixels and they are fine enough for stereo photographic interpretation. A high-resolution video camera borne on the small unmanned aerial vehicle (UAV) will develop the new monitoring method along Lützow-Holmbukta.

第 43 次南極地域観測隊によりヘリコプターから撮影された垂直ビデオ画像を接続し、モザイク画像を作成することで、宗谷海岸の実態把握を試みた。この画像は、オルソ画像でないため、地形図などと重ねることはできないが、氷床氷縁部の海岸・海水域の状況把握のための基礎的な情報を読み取ることが可能である。また、次の段階のモニタリング観測を進展させるためにも重要であると考え、画像作成の方法は、ビデオファイルを動画ソフトにより静止画像として取り込み、それらの画像をパノラマ作成ソフトと GIS により接続し、モザイク画像とした。

第 43 次観測隊で用いたビデオカメラの解像度は、動画が一フレーム 155 万画素であるが、取り込まれた静止画像は、適当なペアを選択することで、ステレオ観察が可能で、写真判読にも利用できる。

現在、利用できるハイビジョンビデオカメラを、船木ら (2006) が開発した小型無人飛行機に搭載する観測が可能になれば、広域で詳細な画像付き地形図の作成も可能で、モニタリング観測を広範囲に展開できる可能性がある。今回作成されたモザイク画像は、これまで撮影された航空写真の基図として利用が可能であり、これまでの航空機観測の情報を GIS 手法でコンパイルすることも可能で、氷縁の拡大縮小現象の時系列変化を追跡することも可能であろう。

講演時には、ポスターで、宗谷海岸の広範囲のモザイク画像を提示する。

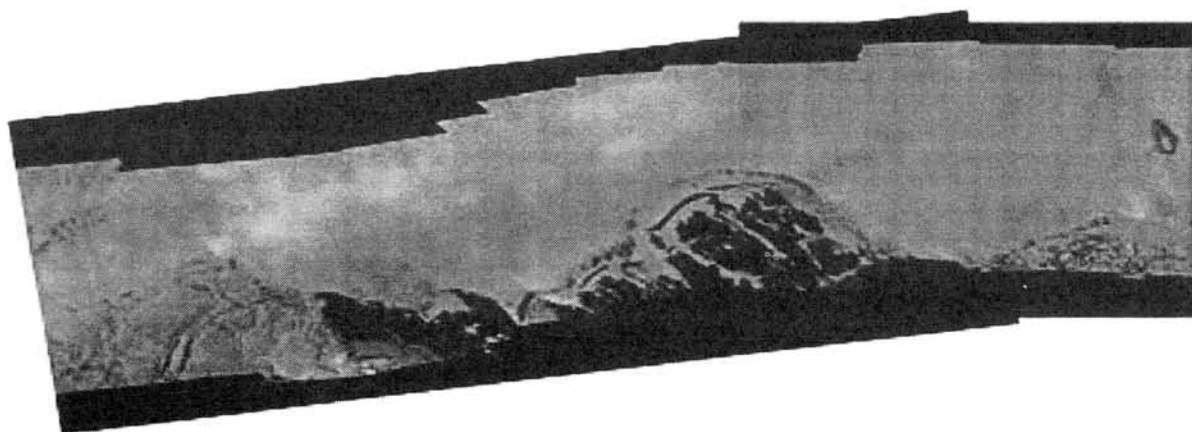


図 1. ビデオカメラ画像から作成されたモザイク画像の例

参考文献：船木ら (2006), 南極観測用小型無人飛行機 Ant-Plane の開発-その可能性と課題-, 南極資料, Vol. 50, No.2, 212-230.

Snow strength at different loading rates and avalanche release

^{1*}Chernous, P., ²Podolskiy, E., ³Abe, O., ¹Barashev, N., ²Nishimura, K. and ⁴Fedorenko Yu.

Keywords: shear rate, shear strength, instability simulation, avalanche release.

ABSTRACT

In the 1920-s a prominent Russian geophysicist B. P. Weinberg wrote, that despite the colossal amount of snow on the Earth's surface, none of its physical properties is still known. In spite of the huge number of investigations conducted during the last century and the beginning of the 21st century snow study as yet has lots of unanswered questions. To clarify one of these, related to the influence of different shear rates on snow shear strength, a comprehensive experimental study has been conducted. Present research describes some results of the series of laboratory experiments on the problem of different shear rates influence on the stability of snow. These were carried out at the Cryospheric Environmental Simulator (CES, NIED, Shinjo Branch, Japan) and at the Center for Avalanche Safety ("Apatit" JSC, Kirovsk, Russia).

Snow behaves differently if the loading force is been applied under a low shear rate or at a high shear rate. Snow cover under constant slowly increasing loading (low shear rate) evinces high malleability like a viscous-plastic body. In case when loading is growing with a high speed (impulsive high loading under high shear rate) any kind of snow pack fractures as a brittle solid. In the first case snow shows viscous behavior, under which constant stress relaxation is taking place. In the second one – viscosity effects have no time to react to an external force, resulting in fast stress accumulation causing fracture (Fig. 1). Supported by the present experimental study these prominent properties of snow have been found as critical ones for a number of phenomenon and applications: like its relationship to a method the shear frame test is been conducted or to a fracturing caused by a strong ground motion during an earthquake and etc..

It was found that at high rate loading (typical, for example, for an earthquake or a stress produced by a skier) snow shear strength is significantly weaker, than at low rate loading. Comparison of this effect for different cases and variety of snow types has been done as well as

¹ Center of Avalanche Safety, "Apatit" JSC, Kirovsk & *Murmansk State Technical University, Russia; ² Graduate School of Environmental Studies, Department of Earth & Environmental Sciences, Nagoya University, Japan; ³ Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Shinjo Branch, Japan; ⁴ Polar Geophysical Institute, Kola Science Center, Russian Academy of Science, Russia;

an estimation of a joint interaction of both shear rates on the snow stability (Fig. 2). An importance of obtained experimental results, their contradiction with previously published works and possible application for snow stability assessment are discussed.

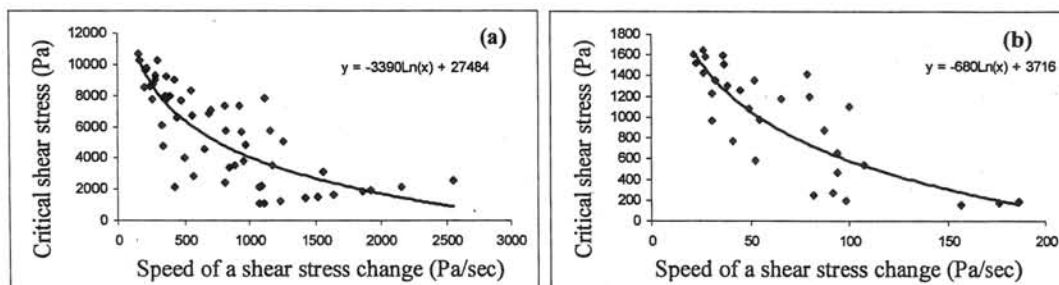


Fig. 1. Dependency between the critical shear stress and speed of applied force (Pa/sec): **a** – for a snow with a density 360 kg/m^3 , and temperature -8°C ; **b** – for a snow with a density 240 kg/m^3 , and temperature -9°C .

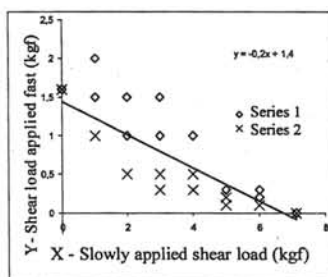


Fig. 2. Dependency for shear stress between joint influence of loading forces applied slowly (60 sec) and fast (within 1 sec). Event with a shear displacement – Series 1; without shear displacement – Series 2.

Related references

- Barashev, N., Podolskiy, E., Chernous, P., Abe, O. and Nishimura, K., 2008. Shear frame tests and their interpretation methods for assessment of snow stability on a mountain slope. *Data of Glaciological Research*, Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow, Russia; *Proceedings of the XIV Glac. Symp.*, September 3^d-11th 2008, Irkutsk, Russia (in print; in Russian, with English Abstr.).
- Podolskiy, E., Chernous, P., Abe, O., Nishimura, K. and Izumi, K., 2008a. Seismic effects on snow stability and avalanches. *Proceedings of the JGU 2008*, W153-P005, Tokyo, Japan, May (1 p.) (in English).
- Podolskiy, E., Chernous, P., Abe, O., Barashev, N. and Nishimura, K., 2008b. Experimental study of short-term loading influence on shear strength. *Proceedings of the ISSW'08*. September 21st-27th 2008, Whistler, BC, Canada (8 p.) (in print; in English).
- Podolskiy, E., Abe, O., Chernous, P. and Nishimura, K., 2008c. Shear Rate and Vibration; their Resulting Effects on the Shear Strength of Snow. *Proceedings of the JSSI & JSSE Joint Conference – 2008/Tokyo*, September 24th-27th 2008, 雪氷研究大会(2008・東京), P2-12, 100 (1 p.) (in English).

Variability of snow characteristics and its role in snow stability assessment

Pavel Chernouss^{1,2}, Nikolay Barashev¹, Yuri Fedorenko³

¹⁾ Center for Avalanche Safety, "Apatit" JSC, e-mail: pchernous@apatit.com

²⁾ Murmansk State Technical University

³⁾ Polar Geophysical Institute, Russian Academy of Sciences

Such characteristics as snow thickness, density, shear strength and temperature have been analyzed. It was studied temporal and spatial variability of these characteristics. A random component of the temporal variability is low, especially for buried layers and surface layers forming during quiet snowfalls (without snowdrift). The temporal variability is not so significant for snow stability evaluation as a spatial one and can be relatively easy taken into account within existing measurement schemas of the characteristics. Spatial distributions of the snow characteristics were considered as random fields and their variability were described statistically. The statistical parameters such as: mean values, standard deviations, coefficients of variability, estimations of the correlation and structural functions were obtained with data of numerous measurements in the Khibini Mountains (beyond Polar Circle in Russia). The variability of the

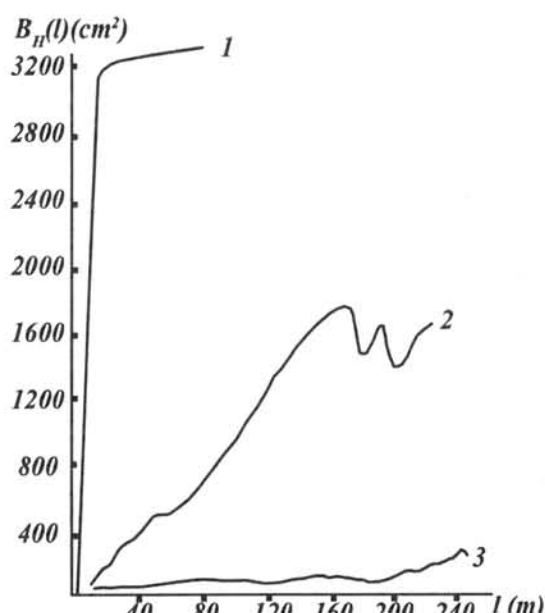


Figure 1. Empiric structural function of full snow cover thickness on the slopes (for the moment of maximum snow accumulation)

1 – Khibiny

2 – Kamchik pass region, West Tyan-Shan (Chirkova, 1977)

3 – Dukant avalanche station, West Tyan-Shan (Chirkova, 1977)

considered characteristics is very high due to unevenness of the underlying surface and redistribution of snow by wind. Comparison of the mentioned statistical parameters with ones obtained in the Tien Shan Mountains (Middle Asia) and other areas shows that spatial variability much higher (fig. 1) and thus interpretation of measurements for avalanche or slushflow release forecasting more difficult in the Khibini Mountains. It has been found that all considered characteristics, except snow density and snow temperature, are mutually uncorrelated. The correlation between the temperature and density is significant and high. Accuracy of the used methods of measurements was estimated by extrapolation of the empirical autocorrelation function to zero. There were also estimated errors of interpolation and substitution of mean integral values and mathematical expectations by mean arithmetical ones. Some questions concerning of the distribution of measuring networks in avalanche starting zones and interpretation of data obtained from them are considered. Approaches to the stochastic simulation of the fields of snow characteristics on mountain slopes and their using for evaluation of snow stability are suggested. The work was supported by Russian Foundation for Basic Research (08-05-00883-a).

INTERACTION BETWEEN THE ATMOSPHERE - SNOW COVER – PERMAFROST IN ARCTICA AND ANTARCTICA

N. Osokin, A. Sosnovsky
Institute of Geography RAS, Moscow, Russia
osokinn@mail.ru

On the base of analyses of climate changes for the whole period of observation and for the last several years at Barentsburg (Svalbard) and Bellingshausen (Antarctic Peninsula) meteorostations and experimental studies an evolution of possible degradation of permafrost is given.

Linear trends of positive (T_{th}) and negative (T_f) mean daily air temperature at meteorostation Bellingshausen showed their increase by 0,5°C and 1,0°C accordingly, within 38 years. We can see quite other situation for the last ten years – since 1996 to 2007. Mean values of positive year temperatures during 10 years was reduced by 0,3°C, and negative temperature were reduced by 1,4°C. Total solar radiation also tends to decrease within last years. The amount of solid precipitations was annually reduced approximately by 20 mm within the last 10 years.

The results of calculations showed, that within the warmest 1989 ($T_f = -1,94^\circ\text{C}$ and $T_{th} = -1,78^\circ\text{C}$) the depth of thawing ground exceeded the depth of freezing ground by 0,5m. Talik was formed as a result. In 1998 talik was also formed under the highest value of snow cover thickness within the period of observations.

Freezing of thawed layer occurs under mean long-term values of air temperature and snow cover thickness in 4 months since the beginning of freezing. Talik is formed and degradation of permafrost occurs, only when mean summer air temperature rises to 2,60°C (the highest value is 1,85°C within the whole period of observations), and mean values of other parameters don't change.

At the meteorostation Barentsburg (Svalbard), increase of mean annual air temperature is 2,5°C within the last 22 years. This dynamics is kept at the expense of increase of negative air temperature during the last years. Increase of value T_{th} since 1984 is about 1°C. The linear trend shows, that summer temperature didn't rise during 1999 to 2007 (fig. 1).

Calculations show, that thawed layer of ground approximately freezes within 3 months, when maximum thickness of snow cover is 1,5 m, and mean long-term T_f value is $-8,8^\circ\text{C}$. In the warmest winter of 2005-2006, when $T_f = -4,9^\circ\text{C}$, the time of freezing was about 4 months.

The results of the research show, that for the last 10 years changes of air temperature trend and its components (mean positive and negative temperature) take place at station Barentsburg in Arctic, also at station Bellingshausen in Antarctic. Under keeping of mean summer temperature of air and increase of solid precipitations in Spitsbergen, direction of glacial balance's trend changes – degradation of freezing decreases. When amount of summer temperatures falls, and amount of winter temperatures rises at station Bellingshausen, the depth of thawing decreases and degradation of permafrost doesn't occur.

Authors are grateful to Russian Antarctic Expedition for the opportunity to fulfill this work. Research was carried out under the support of Grant N 9757.2006.5 and Scientific Program of Earth Science Department RAS N 14.

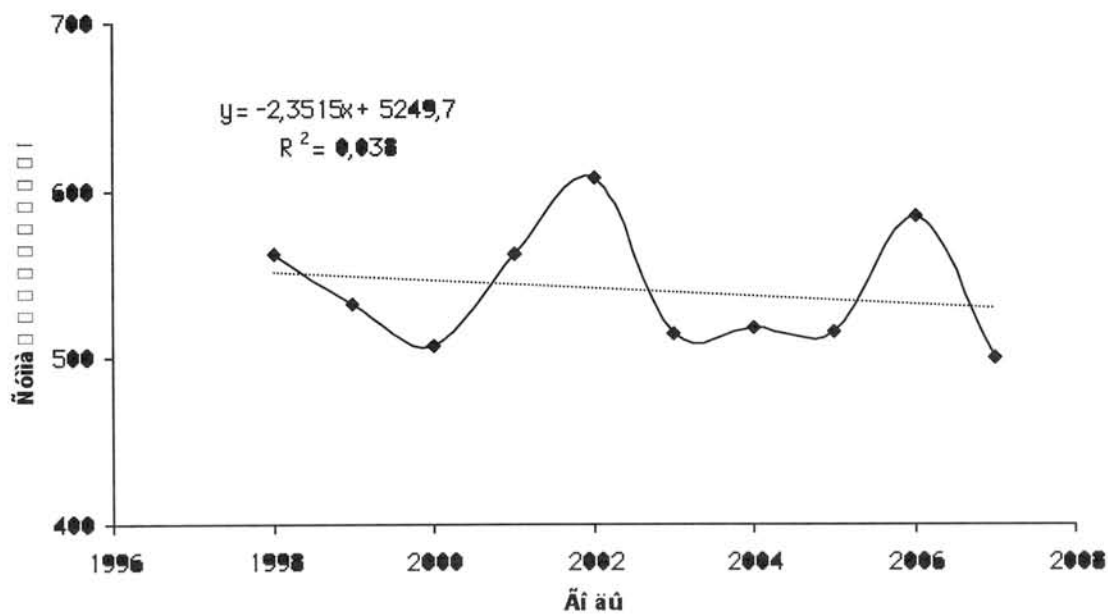


Fig.1. Dynamics of amount of positive daily temperature at station Barentsburg since 1999 to 2007.

Surface velocities and elevation change of the maritime Hailuogou glacier, China

Yong ZHANG (Nagoya University), Koji FUJITA(Nagoya University), Shiyin LIU (Cold & Arid Regions Environmental & Engineering Research Institute), Qiao LIU(Cold & Arid Regions Environmental & Engineering Research Institute)

Abstract Hailuogou glacier located on the eastern slope of the Gongga Mountain is a representative maritime glacier of western China. A survey was carried out on the ablation area of Hailuogou glacier on June, 2008. On average, the surface of the ablation area lowered by approximately 11.2 m and 25.2 m for the periods from 1966 to 1989 and from 1989 to 2008, respectively, by using the digital elevation models (DEMs). There is a maximum surface lowering near the terminus for the period 1966-2008. Velocity measured by differential GPS at 23 fixed stakes distributed over the glacier up to 3600 m a.s.l., significantly increases with distance from the glacier terminus. Velocities range from a maximum of 0.65 m d^{-1} at the base of the glacier's icefall, located $\sim 2.9 \text{ km}$ from the terminus, to only $\sim 0.11 \text{ m d}^{-1}$ approaching the glacier terminus. Velocity vectors also changed systematically along the glacier.

Figure 1 indicates that there is the maximum surface lowering near the terminus for the two periods. In the distance varying from 2250 to 2500m, there is a ridge, which shows a significant surface rising for the period 1966-2008.

Velocities range from a maximum of 0.65 m d^{-1} at the base of the glacier's icefall, located $\sim 2.9 \text{ km}$ from the terminus, to only $\sim 0.11 \text{ m d}^{-1}$ approaching the glacier terminus as shown in Fig. 2. The directional consistency of the measured velocity vectors changes systematically along-glacier.

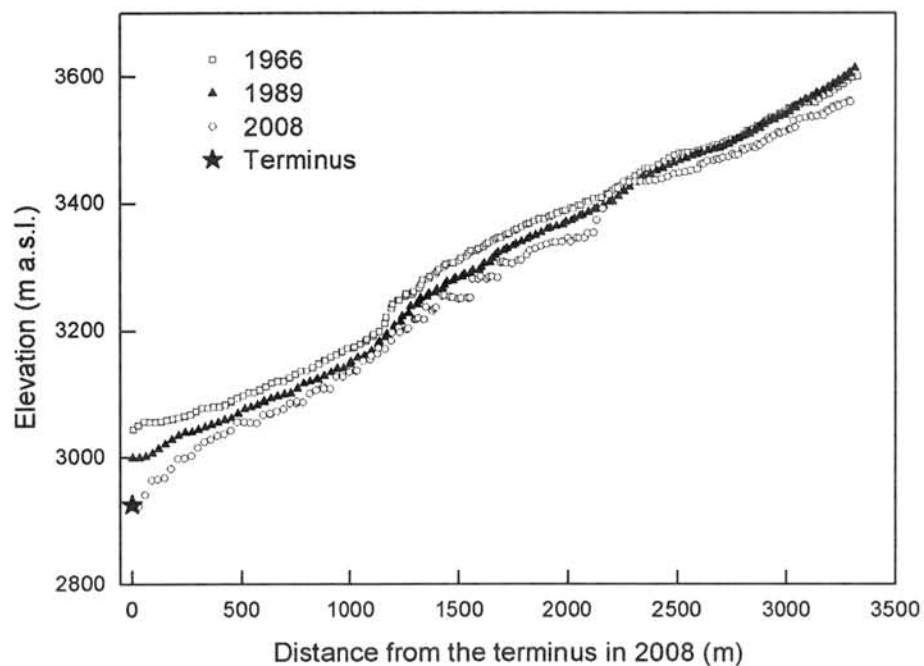


Figure 1 is the longitudinal surface profiles lower than 3600 m a.s.l. in 1966, 1989 and 2008 along the approximate flowline.

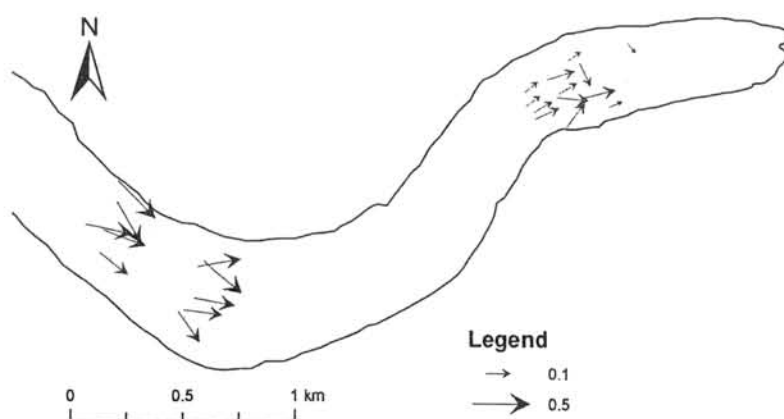


Figure 2 Vector plots of ice-surface velocities measured in 2008. Arrow positions give the locations of the survey stakes; arrow length scales with the measured velocity (mm d^{-1}); and arrow direction indicates the direction of the measured velocity.

カムチャツカ・イチンスキーアイスコアの
化学成分プロファイル

的場澄人（北大低温研）、佐々木央岳（北大環境科学院）、白岩孝行（地球研）、
Y. D. Muravyev（ロシア科学アカデミー火山地震研）

Chemical profiles of an iced-core from Mount Ichinsky, Kamchatka

Sumito Matoba (ILTS Hokkaido Univ.),
Hirotaka Sasaki (Grad. School of Environ. Sci., Hokkaido Univ.), Takayuki Shiraiwa (RIHN),
Yaroslav Dimitrievich Muravyev (Inst. Volcanol. Seismol. RAS-FEB)

We obtained an ice-core from Mount Ichinsky, Kamchatka in 2006 in order to estimate the influence of air-borne iron from the Asian Continent on biological productivity in the Sea of Okhotsk. Stratigraphical observation of the ice-core showed that 53% of the ice core was composed of ice-layer formed by snow-melt water. In this work, we evaluated the influence of snow-melt water to chemical profiles of the ice-core. Average concentrations of chemical species and correlations of concentration variation between chemical species showed that run off of chemical species was negligible, but re-location of chemical species with migration of snow-melt water occurred in ice-layer.

1. はじめに

オホーツク海の豊かな生物生産は、大量の陸域からの鉄の供給が要因だと考えられている。オホーツク海への鉄の供給源は主に(1)アムール川と(2)大気を通して沈着する黄砂である。本プロジェクトでは、オホーツク海に沈着する黄砂の経年変化とオホーツク海周辺域の気候変動を復元することを目的に、2006年8月にカムチャツカ半島のスレドニー（中央）山脈最高峰のイチンスキー山頂上にある氷河からアイスコアを採取した。

低・中緯度域の氷河は、極域に比べて、温暖で大気を通して供給される物質の起源・輸送経路が複雑な地域にある。そのような地域の氷河から採取されたアイスコアの化学シグナルを解釈するためには、融解の影響、物質の輸送・沈着過程を理解する必要がある。本研究では、イチンスキー氷河から採取されたアイスコア中の化学成分プロファイルに対する融解の影響を評価し、化学成分の起源について議論した。

2. 方法

2.1 掘削地点とアイスコア試料

アイスコアは、ロシア・カムチャツカ半島のスレドニー（中央）山脈中央部のイチンスキー山山頂のカルデラ中央部（55.40°38.3'N、157.43°28.2'E、3600m a.s.l.）から採取された。コアの長さは115mで掘削は岩盤まで到達した。

掘削現場で行った層位観察（47m深まで）から、アイスコアはI（0-35m）とII（35-47m）に分けることができる。I部は氷層とフィルン層が互層を形成している部分、II層は全層が氷層を形成している部分である。I層では、全層に対して氷層の占める割合は53%だった。

2.2 分析方法

掘削された 115m のアイスコア中、0-47m のアイスコア試料は掘削現場に設けられた解析用トレンチにおいて 5-10cm 間隔で切断し、ポリエチレン袋に入れて融解後、ポリプロピレン瓶にて保管し、日本に輸送した後、化学主成分濃度と水素同位体比の測定に使用した。化学主成分濃度は、イオンクロマトグラフィー（Dionex：model DX500）を用い、一般的な条件で測定した。水素同位体比は、クロム還元炉を前処理に用いた質量分析計（JASCO International: model Isoprime PyrOH）を用いて 0-15m まで測定した。

3 結果と考察

3.1 融解の影響

表 1 に I 部のフィルン層、I 部の氷層、II 部中と、1998 年に採取されたカムチャツカ・ウシュコフスキーアイスコア中の主要化学成分の平均濃度を示した。もっとも融解の影響が少ない I 部フィルン層と他の 2 層の含まれる化学成分の平均濃度は同程度であった。また、各層の硝酸濃度は夏期に融雪が殆ど見られないウシュコフスキーコアとも同程度であった。硝酸はウシュコフスキー中の化学成分の中で唯一火山噴出物の影響を受けていない化学種である。以上のことから、イチンスキーでは化学成分の流出・損失は生じていないといえる。

次に、上述した 3 層に含まれる主要化学成分の濃度変動の相関を比べた。フィルン層に比べ、他の 2 層では相関係数が高い。特にフィルン層では硝酸イオンが他の成分との相関が低い。融解の影響が高くなるにつれ他の成分との相関が高くなる傾向が見られた。これは、融解水によって化学成分が元々存在していた積雪から流出し、融解水とともに融解水が再凍結した層に化学成分に関係なく再分配されて保存されたためだと考えられる。

以上のことから、イチンスキー氷河では、融解の影響により化学成分の移動・再配分が生じている可能性があるが、氷河からの化学成分の流出は生じていないと推定できる。

3.2 化学成分の起源

融解による化学成分の再分配の影響が最も少ないフィルン層の化学成分濃度の相関から化学成分の起源を推定した。硝酸とアンモニウムが高い相関を示したことから ($r=0.83$)、両成分は森林火災起源と推定できる。フッ化物は硫酸 ($r=0.53$)、カルシウム ($r=0.74$) と高い相関を示した。フッ化物イオンは火山起源のシグナルの可能性が高く、硫酸、カルシウムとも火山由来の可能性が高い。またカルシウムはナトリウムとも相関が高い ($r=0.80$)。ナトリウムが西風によってもたらされるオホーツク海由来の海塩起源だとすると、カルシウムは、海塩と共に西風に輸送されてきたアジア大陸起源のダスト由来の可能性が高く、イチンスキーアイスコアから、大気からオホーツク海へ沈着した黄砂量を還元出来る可能性が示唆される。

表 1 I フィルン層、I 氷層、II 氷層、ウシュコフスキーコア中の化学成分平均濃度

		Na ⁺	Ca ²⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	(ppb)
I フィルン層	(N=205)	20	29	150	340	
I 氷層	(N=312)	14	25	160	330	
II 氷層	(N=211)	18	36	150	330	
ウシュコフスキー ¹	(N=652)	95	130	110	620	

¹ 0-64.8m 深のデータの平均値。ただし大量の火山成分(硫酸 10ppm 以上)が含まれる試料は除いてある

ロシア・アルタイ山脈ベルーハ氷河雪氷コア中の氷層を用いた 夏季気温復元

岡本祥子¹、藤田耕史¹、成田英器²、植竹淳³、竹内望⁴、三宅隆之³、中澤文男³、Vladimir B. Aizen⁵、
Stanislav A. Nikitin⁶、中尾正義⁷

1:名古屋大学 2:NPO 法人雪氷ネットワーク 3:国立極地研究所 4:千葉大学 5:アイダホ大学
6:トムスク大学 7:総合地球環境学研究所

Reconstruction of summer temperature by melt features in Belukha ice core, Russian Altai

Sachiko Okamoto¹, Koji Fujita¹, Hideki Narita², Jun Uetake³, Nozomu, Takeuchi⁴, Takayuki
Miyake³, Fumio Nakazawa³, Vladimir B. Aizen⁵, Stanislav A. Nikitin⁶, Masayoshi Nakawo⁷

1:Nagoya University 2:Network of Snow and Ice Specialists 3:National Institute of Polar
Science 4:Chiba University 5:University of Idaho 6:Tomsk State University
7:Research Institute for Humanity and Nature

In this research, in stead of $\delta^{18}\text{O}$, we reconstructed summer temperature by melt features in Belukha ice core and re-evaluated methods in the previous studies. In addition, new method by mass balance model was suggested.

中低緯度山岳氷河の雪氷コアにおいて、水安定同位体比と気温との関係は必ずしも確立されたものではなく、本研究で対象としたロシア・アルタイ山脈ベルーハ氷河雪氷コアにおいても、 $\delta^{18}\text{O}$ と気温の間には有意な関係は見られなかった。そこで、本研究では $\delta^{18}\text{O}$ にかわる別の気温復元手段として雪氷コア中の氷層を用い、これまで提案された夏季気温復元方法の再検討を行い、質量収支モデル (Fujita and Ageta, 2000) を用いた新たな手法の提案を行った。

麓の気象観測所の気温データ (1951-2003 年) との比較 ($r=0.31, p<0.05$)、2001 年に同じベルーハ氷河で掘削されたスイス隊の雪氷コアの氷層分布との比較 ($r=0.45, p<0.001$) から、氷層には夏季気温の情報が保存されていることが確かめられた。復元には次の 3 つの方法を用い、再現性の確認を行った。①麓の気温と氷層厚との回帰式、②麓の気温と氷層厚と涵養量 (日射の効果を反映) との重回帰式、③氷層厚・融解量・夏季気温の関係式。このうち、②の重回帰式から最もよい結果が得られた。しかし、これらの方法は経験則に基づくもので、長期の気象データが必要となる。そこで、熱収支計算に基づく質量収支モデルを用いた復元方法についても検討を行った。

参考文献

Fujita, K. and Ageta, Y. (2000): Effect of summer accumulation on glacier mass balance on the Tibetan Plateau revealed by mass-balance. J. Glaciol., 46(153), 244-252.

東シベリア・スントルハイアタ地域氷河調査(2)

— スントルハイアタ～オイミヤコン～マガダン地域気象観測 —

○高橋修平, 亀田貴雄, 榎本浩之 (北見工大), 杉浦幸之助(地球環境観測研究センター),
遊馬芳雄(琉球大), Yuriy KONONOV, Maria D. ANANICHEVA (モスクワ地理研)

Glaciological observations in Suntar-Khayata, Eastern Siberia (2)

- Observations between Suntar-Khayata area, Oimiyakon and Magadan -

Shuhei Takahashi, Takao Kameda, Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology), Konosuke Sugiura (JAMSTEC),
Yoshio Asuma (Ryukyu University), Yuriy Kononov and Maria D. Ananicheva (Geographical Institute, Russia Academy)

In the period of IGY, Russian Academy has made glaciological researches extensively in Suntar-Khayata Range in Eastern Siberia, where about 180 glaciers were numbered. After the IGY, no observation was done in this area except aerial-photo or satellite observation. After 50 years, we made glaciological and meteorological observations as an activity of IPY. In 2004-2005, meteorological observation was done around Glacier No. 31 in Suntar-Khayata Range (the same place as the station before 50 years,) and at Oimiyakon area. In 2006-2007, meteorological observation was done between Magadan and Oimiyakon.

1. スントル・ハイアタ山脈と国際極年

1957/58年の国際地球観測年IGY当時, ロシアは東シベリア, スントル・ハイアタ山脈地域で気象観測および氷河分布観測を精力的に行った. その50年後, 第4回国際極年IPY(2007/08年)の再調査データとして, 我々はロシア科学アカデミー・地理研究所と協力してこの地域の気象学的調査を行った (図1).

2. 2004-2005年観測

2004年8月に, オイミヤコン村 (標高680m) からトムトレの町間の30km区間に気温計・降水計気象観測装置を設置した. スントル・ハイアタ山脈No.31氷河末端付近 (標高2050m) にも気象観測装置を設置した. その結果, 氷河では最低気温-45°C前後, 平野部のオイミヤコンでは最低気温約-60°Cを記録した.

3. 2006-2007年観測

2006年9月～2007年9月にかけて, マガダン～オイミヤコンのコリマ街道沿いに気温計・降水計気象観測装置を設置・回収を行った (図2). 海辺のマガダン域は最低気温が-20°C台であるのに対し, 内陸部では-50°C台となり, オイミヤコン地区は-60°C近い値を示し, インディギルガ川およびコリマ川の上流部では冬の間, 強い気温逆転層が長く形成されていることがわかった.

4. 水蒸気輸送と積雪量

図3にインターバルカメラによる2004-05年のNo.31氷河積雪深観測結果を示す. 積雪増加が冬の初めと終わりに大きくあった. つまりシベリア高気圧に覆われる冬は降雪がなく, 冬の初めと終わりに降雪があることを示した. 大気客観解析による水蒸気輸送の水平発散量から求めた (P-E) の結果も同じ傾向を示した (図4).



図1. スントル・ハイアタ地域観測経路



図2. マガダン～オイミヤコン間の2007年最低気温

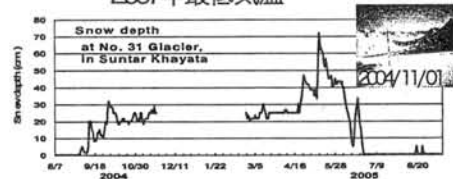


図3. 自動撮影カメラによるNo.31氷河の積雪深

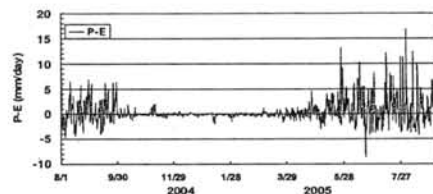


図4. 客観解析・水蒸気水平発散量によるP-E
冬の初めと終わりに降雪が多い傾向が積雪実測と一致している

ドームふじ深層掘削データ解析による高圧温暖氷掘削の研究(その一)

古崎睦 (旭川高専)、田中洋一 ((株) ジオシステムズ)、新堀邦夫 (北大低温研)、本山秀明 (極地研)、津田勝幸 (旭川高専)、高田知哉 (旭川高専)

Study of high pressure warm ice drilling by Dome Fuji deep ice core drilling data analysis

Atsushi Furusaki(Asahikawa National College of Technology), Yoichi Tanaka(Geo Tecs Co. Ltd), Kunio Shinbori(Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University), Hideaki Motoyama(National Institute of Polar Research), Katsuyuki Toda(Asahikawa National College of Technology), Tomoya Toda(Asahikawa National College of Technology)

The second deep ice coring project at Dome Fuji, Antarctica reached depth of 3035.22m in January 2007. The recovered ice cores contain records of global environmental changes going back about 720,000 years. A pilot hole drilling to 121.40m in depth was performed in December 2001. After that the deep ice core drillings were done at Dome Fuji station for about 2 months in the austral summer of 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 and 2006/2007. The final drilling depths of each seasons were 362.31m in depth (one season drilling depth 240.91m, average core length 3.21m/run), 1850.35m (1488.04m, 3.67m/run), 3028.52m (1178.17m, 3.25m/run) and 3035.22m (6.70m, 0.10m/run). We were conducted for 24 hours drilling from the 2nd season. It was the regular drilling until 3000m deep as shown in figure 1 because there was no big trouble. As ice sheet faces bedrock, the ice temperature rises. The ice core drilling became difficult because the ice chips were frozen easily during the transportation around core barrel or the water which produced by frictional heat of core cutter was refrozen. Near the bedrock it took 4 hours for 1 cycle of drilling operation. Various drilling data was being monitored and recorded. We will report the study of high pressure warm ice drilling by Dome Fuji deep ice core drilling data analysis.

第二期ドームふじ観測計画－南極氷床深層掘削計画－において 2007 年 1 月に 3035.22m までの氷床深層コア掘削に成功し、過去 72 万年までの地球環境変動の復元研究を行っている。2001 年 12 月に 121.40m 深までのパイロット孔掘削を行った。その後、2003/2004、2004/2005、2005/2006、2006/2007 の夏シーズンに 2 ヶ月程度ドームふじ基地に滞在して深層掘削を実施した。シーズン最後の掘削深は、それぞれ 362.31m 深 (一シーズンで掘進長 240.91m、平均掘進長 3.21m/run)、1850.35m 深 (1488.04m、3.67m/run)、3028.52m 深 (1178.17m、3.25m/run)、3035.22m 深 (6.70、0.10m/run) であった。2 年目からは 24 時間掘削を行った。大きなトラブルがなかったため、図 1 に示すように 3000m を越えるまでは順調な深層掘削であった。氷床は岩盤に向かうにつれて氷温が上昇する。氷床底部では圧力融解温度に近づくため切削チップが輸送途中で氷化したりカッターと氷の摩擦熱で発生した水が再凍結するなど掘削が困難になった。終盤は深層掘削の 1 サイクルが 4 時間かかるようになったが、採取できるコア長がわずか数 cm 程度のときもあった。様々な掘削データをモニターしている。一例を図 2 に示す。このようなドームふじ深層掘削データ解析による高圧温暖氷掘削の研究を報告する。

Dome Fuji Deep Ice Coring Project II

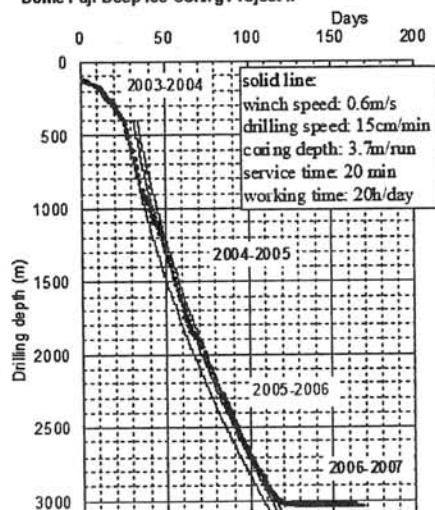
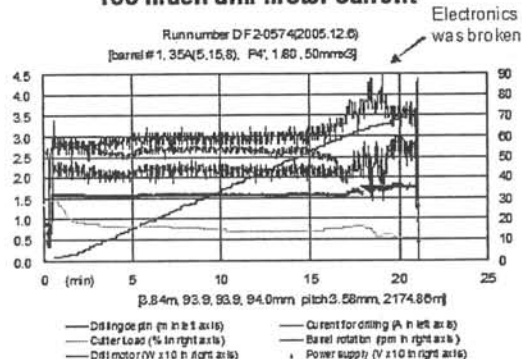


図 1. 深層掘削の進捗状況。掘削深が 3000m を超えると高压温暖氷掘削となり、掘削が困難で極端に掘削速度が遅くなった。

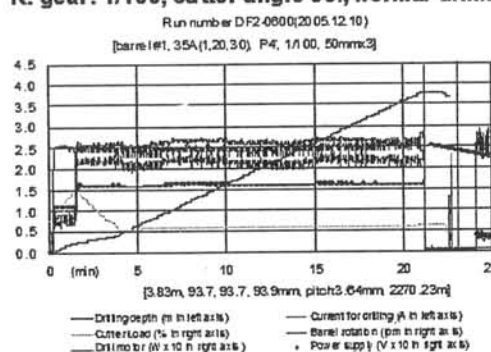
First normal core drilling at 3rd season



Too much drill motor current



R. gear: 1/100, cutter angle 35°, normal drilling



R. gear: 1/100, cutter angle 40°, normal drilling

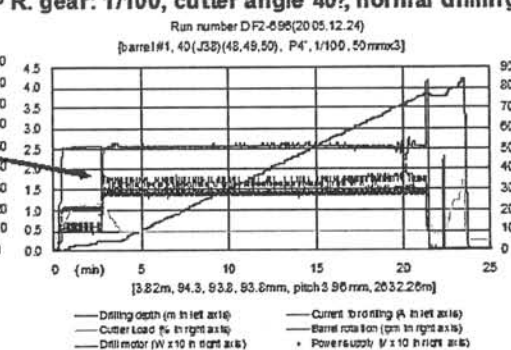


図 2. 氷切削時の各種データ。接地圧は極力小さくする。カッターのすくい角を 35 度から 40 度にすると電流値が下がる。下 2 例は非常に安定した掘削。3.8m の掘削に 20 分程度必要。

ドーム Fuji コア切削氷からの宇宙塵回収法

三浦亜由美, 宇野友則, 福岡孝昭(立正大学)

Extraction of Micrometeorites from scraps of Dome Fuji ice core.

Ayumi Miura, Tomonori Uno, Takaaki Fukuoka (Rissho University)

The scraps of Dome Fuji ice core may include micrometeorite particles. However they contain lot of artificial and terrestrial materials too. When we can separate micrometeorite from their contaminants, we may get the information for accretion rate of micrometeorite. In this study, developed separation technique for micrometeorite from contaminants in ice scraps of Dome Fuji ice core.

1. はじめに

南極氷床には、宇宙塵が存在している。その降下率の時間変化を知ることは宇宙科学にとって大きな課題である。ドーム Fuji 氷床コアを利用すれば降下率の情報を得ることができる。しかし氷床コアには多種の古環境情報等を保存しているため、コア全部あるいは大半を宇宙塵研究のために用いることはできない。一方氷床コアの掘削時に生じる切削氷が存在する。この切削氷には切削時またはその後に地球物質による汚染が生じている、この地球物質を除去できれば、切削氷試料は宇宙塵の降下率の時間変化を求めることが可能である。本研究では切削氷から効率的に宇宙塵を回収する方法を検討した。

2. 試料および回収法

本研究で使用した切削氷は深度 700m および深度 1700m から回収されたもので、それぞれ 2 箱(1 箱約 20kg) を用いた。国立極地研究所貯蔵室で -20°C で保管されていた試料は、立正大学へ運び、室温 3°C のサンプル保管室で自然融解させた。切削氷には酢酸ブチルが含まれており、特有な臭いがあるため、しっかりと封をして融解させた。回収法 1 (Fig1) では、自然融解後の氷を酢酸ブチル層、酢酸ブチルと水の混合層、水層の 3 層に分かれるため、分けて吸引ろ過を行う方法と、分けずにろ過する方法を行った。ろ過には $8.0\mu\text{m}$ 径

の穴があいているポリカーボネートフィルムを使用した。フィルター上に付着した塵を落とすため直接彫刻刀で削り落とす作業と、超音波による塵を落とす方法を繰り返して行った。その後比重 $d=3.3$ のヨウ化メチレンを用いて重液分離、磁石による磁性分離を行った。比重 $d\leq 3.3$ で磁性の無い粒子はデカンテーションをして各秒数で分けた。

回収法 2 (Fig2) では自然融解後、分けずにまとめてろ過を行った。超音波による塵を落としたあと、デカンテーションにより浮遊物を取り除いた。その後、重液分離・磁性分離を行った。

宇宙塵は比重が 2.5 から 3.3 の間であり、磁性を持つものが多い。よって回収法 1 は F3, F7, 回収法 2 は F3 フラクシオンに宇宙塵が存在する可能性が高い。このフラクシオンを中心に最終的に実体顕微鏡下で、色、形態により宇宙塵と思われるものをハンドピックした。

3. 二つの回収法の比較

1) 回収法 1 では 3 層に分けてろ過を行った理由は、酢酸ブチルと水の混合層に砂粒や繊維、木くずといった塵が多く溜まっているためである。分けて行う事で、フィルターの目詰まりを起こしにくくさせた。しかし、まとめてろ過を行った(回収法 2)としても目詰まりの程度は変わらなかった。よって作業時間は短縮のためまとめて行う方

法が適していると考えられる。

2)回収法1では、ろ過後重液・磁性分離を行ったが、最後の工程まで繊維や木くずが多く残った。そのため宇宙塵を探す作業が難しかった。しかし回収法2では超音波後にデカンテーションを行うことで、繊維、木くずを取り除くことができた。宇宙塵が存在している可能性のあるフラクションはFig2のF3である。しかし、ここには微小な金属片と砂粒状物質が多量に存在する。金属片は比重が $d=3.3$ より大きいため、重液分離で沈むので容易に除去できた。よって回収法2は、回収作業時間の短縮と、繊維、木くずが少ない状態で、宇宙塵を探す作業を容易にした。

回収法2では回収法1のように彫刻刀でフィルターに残った塵を削り落としていない。すなわちフィルターの穴にはまり込んだ塵に宇宙塵が含まれていると回収できないことになる。そのため削り落としの作業が必要かは検討中である。

4. 塵の種類起源と量

深度700m, 1700mで共通して多い塵は、微小な金

属片・繊維状物質・木くずであった。金属片はSEM/EDS(走査型電子顕微鏡/エネルギー分光X線分光)で確認したところ、亜鉛であった。これは掘削用ドリルを吊るしているピアノ線のメッキから剥がれたものであった。繊維は、掘削時に使用したと思われる軍手やウールのようなものがあつた。上記のゴミの他に深度700mでは白系色の粒子が多く、深度1700mでは黒い塵が多かった。この黒い塵の大部分はEDS分析結果から、炭素を主成分とする物質であることがわかったが、起源は不明である。

これまでに深度700mでSEM/EDSで宇宙塵と考えられる粒子が採取された(化学分析過程で紛失した)。深度1700mの試料F3から実体顕微鏡下で宇宙塵と思われる粒子を形態と、色によって4粒ハンドピックしている。

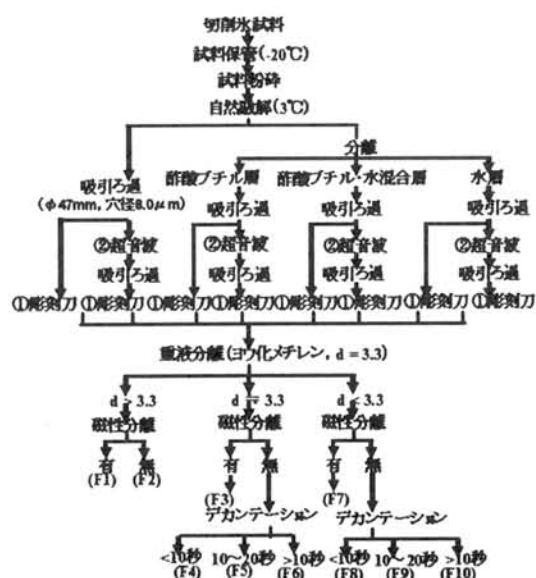


Fig.1:回収法1, 深度700m 切削氷からの宇宙塵回収法。①フィルターに詰まった塵を、彫刻刀で削り落とした。②超音波洗浄でフィルターから塵を落とした。Fは各フラクションを示す。



Fig.2: 回収法2, 深度1700m 切削氷からの宇宙塵回収法。F3は宇宙塵が存在している可能性の高いフラクション。

南極ドームふじにおける氷床深部の状態と底面融解

本山秀明 (国立極地研究所)、植村立 (国立極地研究所)、平林幹啓 (国立極地研究所)、三宅隆之 (国立極地研究所)、倉元隆之 (国立極地研究所)、田中洋一 ((株) ジオシステムズ)、ドームふじ氷床コア研究グループ(ICC)

Characteristics of basal ice sheet at Dome Fuji, Antarctica

Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research), Ryu Uemura (Laboratoire des Sciences du Climat et l' Environnement (LSCE), France), Motohiro Hirabayashi (National Institute of Polar Research), Takayuki Miyake (National Institute of Polar Research), Takayuki Kuramoto (National Institute of Polar Research), Yoichi Tanaka (Geosystems Inc.), Dome Fuji Ice Core Project Members

The second deep ice coring project at Dome Fuji, Antarctica reached depth of 3035.22m in January 2007. The recovered ice cores contain records of global environmental changes going back about 720,000 years. The borehole measurement was carried out. Rate of heat flow in the ice sheet was calculated using the vertical temperature gradient of the ice sheet and heat conductivity of ice. The deepest part of heat flux was 45mW/m². Heat flux to the bedrock surface was assumed 54.6mW/m² adopted by ice sheet model. Then the heat flux for basal ice melt was 10mW/m². This value was equaled to melting of 1.1mm of ice thickness per year. Meanwhile, the annual layer thickness below 2500m was not changed so much and its average was 1.3mm of ice. So the annual layer thickness and melting rate of basal ice was the same in ordering way. When the ice core drilling depth passed 3031.44m, amount of ice chip more abundant than the cutting chips has been collected. The temperature of basal ice is the pressure melting point. Below 3034.59m, the subglacial water infiltrated into the borehole and froze in drilling liquid. The variations of water isotope ($\delta^{18}\text{O}$ and δD) and dust in basal ice have no conspicuous change. The concentration of Cl^- ion increased, but Na^+ ion was decreased deeper than 3020m. The concentration of ions will be decrease in turn according to the solubility of the ion. Further the concentrations of all ions were decreased suddenly deeper than 3034m.

1. はじめに

第二期ドームふじ観測計画－南極氷床深層掘削計画－において2007年1月に3035.22mまでの氷床深層コア掘削に成功し、過去72万年までの地球環境変動の復元研究を行っている。この深層掘削は南極大陸の岩盤に限りなく近くまで到達したので、氷床底面付近の状態についてこれまでに得られている結果の一部を報

告する。

2. 氷床底面融解量の推定

掘削を2日間休止して掘削孔内の温度環境が落ち着いた2007年1月2日に掘削孔の検層観測を行った。センサーは検層装置のスケート状のパンタグラフに取り付けた白金測温抵抗体で、地上にて0℃検定を行ってから温度測定を行った。十分氷温になじむまでの測定時間が

Dome Fuji 2007 borehole logging

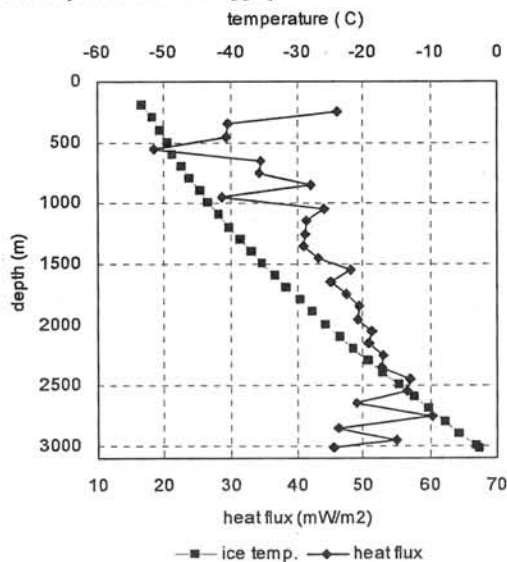


図 1. 氷床内部の温度分布と熱流量

確保できなかったことと、ゾンデ内部で抵抗値を温度換算しているが、2線式のため、温度の測定値に誤差が多く含まれると考えられる。氷床内の熱流量を氷温の温度勾配と熱伝導率を使って計算した。図1に氷床内温度分布とそれから計算される熱フラックスを示す。深度が一番深い3000mと3030mの氷温度を用いて熱流量を計算すると約45mW/m²であった。これを岩盤から氷床内へ流れる熱流量とする。一方地中から岩盤表面にくる地中熱流量はP.Huybrechts (2006)の氷床モデル計算で採用した54.6mW/m²と仮定する。すると氷床底面での融解熱量は10mW/m²となり、氷換算で年間1.1mmが融けている。一方2500m以深は年層の厚さがそれほど変化していなく、平均としては氷換算で1.3mmとなり、オーダー的に融解量と一致する。すなわち年層に相当する氷が毎年融解している。

3. 氷床底面状態について

掘削深が3031.34mを過ぎると切削チップ以上の氷チップが回収されてきた。これが3033.46mを過ぎると量が減り、3034.59mから再び回収される氷チップが多量になり、氷コアのトップも大粒で多量の氷チップが載ってきた。氷床底面はおおむね圧力融解温度で液体の水が存在しており、最初は掘削孔の壁を通じて地下水のように浸み出してきて凍った。掘削後半は氷床底面にある水が掘削孔に浸み上が

ってきた。氷に水みちの存在が確認され、結晶境界を通じて水が流動していることも考えられる。

4. 化学成分について

氷床コアを融解して3028mまでは50cm間隔で10cm毎の分析、3028mから3034mまでは分

解能10cmで連続分析した。分析項目は水同位体($\delta^{18}\text{O}$, δD)、固体微粒子(ダスト)の粒子濃度と粒径分布、主要な溶存イオン成分である。水同位体とダストには底面近くの氷としての顕著な変化は見られなかった。ところが、 Cl^- イオンと Na^+ イオンには図3に示すように、特徴的な濃度変化が見られた。3020mより深くなると Cl^- イオン濃度が高くなり、逆に Na^+ イオン濃度は低くなる。なお、すべてのイオン濃度は3034.0mを超えると急激に低下する。陰イオンの成分比を図4に示す。イオンの溶解度に応じて濃度が順に変化しているのであろうが、 Cl^- イオンの増加については今後の研究に期待する。

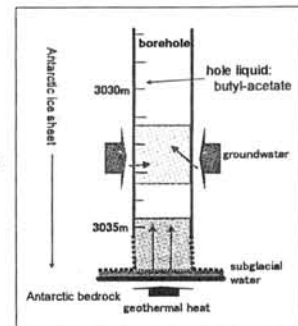


図 2. 氷床底面の想像図

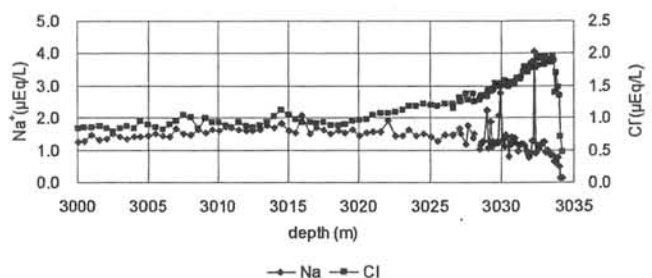
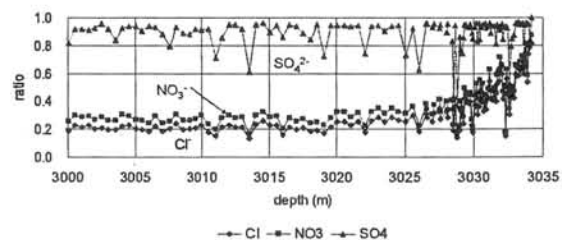
図 3. 3000m 以深の氷床コアの Cl^- と Na^+ イオン濃

図 4. 3000m 以深の氷床コアの陰イオンの成

南極ドームふじ氷床コアにおける最終氷期の温暖化イベント (AIM イベント) の連続化学分析

蓼沼拓也 (総合研究大学院大学)、東久美子 (国立極地研究所)、三宅隆之 (国立極地研究所)、
平林幹啓 (国立極地研究所)、倉元隆之 (国立極地研究所)、
本山秀明 (国立極地研究所)、藤井理行 (国立極地研究所)

Continuous chemistry record from the Dome Fuji ice core during Antarctic Isotope Maxima (AIM).

Takuya Tatenuma (The Graduate University for Advanced Studies)、Kumiko Goto-Azuma (National Institute of Polar Research)、Takayuki Miyake (National Institute of Polar Research)、Motohiro Hirabayashi (National Institute of Polar Research)、Takayuki Kuramoto (National Institute of Polar Research)、Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research)、Yoshiyuki Fujii (National Institute of Polar Research)

To understand the mechanism of Antarctic warming events, we have analyzed the Dome Fuji ice-core for $\delta^{18}\text{O}$, δD , dust and ions, with a time resolution of about 10 years during AIM3 and AIM4. For the period corresponding to AIM3, $\delta^{18}\text{O}$ showed centennial variability. Sea-salt Na^+ flux and d-excess were anti-correlated with $\delta^{18}\text{O}$, while non-sea-salt Ca^{2+} flux did not show a clear link with $\delta^{18}\text{O}$.

氷床コアの研究により、最終氷期にはグリーンランドでダンスガード・オシュガーイベント (DO イベント) と呼ばれる急激な気候変動イベントが 25 回発見され、南極でもすべての DO イベントに対応する温暖化イベント (AIM イベント) が発見された。DO 及び AIM イベントのメカニズムには未解明な点が多いが、最近、グリーンランド氷床コアの酸素同位体 ($\delta^{18}\text{O}$)、水素同位体 (δD)、不溶性固体微粒子 (ダスト) 及びイオンを高時間分解能で解析することにより、DO イベントのメカニズムに関する重要な知見が得られた。DO 及び AIM イベントのメカニズム解明には、南極氷床コアの比較が必要であるが、従来のドームふじ氷床コアの分析データは、 $\delta^{18}\text{O}$ と δD は時間分解能が低く、ダストとイオンは不連続データであったため、AIM イベント時の詳細な変動が不明であった。本研究では、AIM イベントのメカニズムの解明を目標とし、AIM3 及び 4 (2 万 7 千年前～3 万年前) に該当する年代の第一期ドームふじ氷床コアを用いて、 $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 、イオン、ダストを約 10 年の分解能で連続分析を行った。

AIM3 に相当する年代付近 (2 万 7 千年前～2 万 8 千年前) で、 $\delta^{18}\text{O}$ は単一の千年スケールの温暖化イベントを示すのではなく、数回の百年スケールの変動を示していた。この変動に対応して、海塩性ナトリウムイオン (ss-Na^+) のフラックスは $\delta^{18}\text{O}$ の低い時期、即ち寒冷な時期ほど高くなる傾向を示していた。一方、非海塩性カルシウムイオン (nss-Ca^{2+}) のフラックスは、 ss-Na^+ と同様の傾向を示す時期もあったが、 ss-Na^+ ほど明瞭な相関関係は見られなかった。水蒸気の起源に関する情報を与える d-excess ($\text{d-excess} = \delta\text{D} - 8 \times \delta^{18}\text{O}$) は 2 万 7 千年前付近を除き、酸素同位体と逆相関の関係を示していた。本報告では、このような変動の要因について考察する。

ドームふじ氷コアに記録された金属異常濃縮と CO₂ 濃度の関係

佐藤弘康、鈴木利孝(山形大理)、飯塚芳徳(北大低温研)、平林幹啓、本山秀明、藤井理行(極地研)

Relation between the metal anomaly and CO₂ concentration recorded in Dome Fuji ice core

Hironori Sato, Toshitaka Suzuki (Yamagata Univ.), Yoshinori Iizuka (ILTS, Hokkaido Univ.),

Motohiro Hirabayashi, Hideaki Motoyama, Yoshiyuki Fujii (NIPR)

In this study, we measured total (particle + dissolved) concentration of metallic elements, Fe, Mn, etc., in Dome Fuji ice core by applying a full-digestion analysis. When the atmospheric CO₂ concentration is increased, the enrichment factors of these metals are also increased. Some of the minerals including these metals react with CO₂ by the carbonization. The carbonization and the salinization accompanied with increase of the atmospheric CO₂ concentration may be the cause of metal anomaly. These results suggest the metal anomaly in the ice core reflects the atmospheric CO₂ concentration change.

1. はじめに

氷コアに含まれる金属成分の多くは難溶性粒子として存在しており、粒状物の濾過捕集分析 (e.g. Marino et al., 2004) や酸溶脱分析 (e.g. Gaspari et al., 2006) を通して、粒子態成分の重要性が指摘されている。そこで本研究では、試料に第一期ドームふじ深層氷コアを用い、マイクロ波酸分解法を用いて氷コア中の粒状物を全分解、金属成分全濃度 (溶存態 + 粒子態) を測定した。また、本研究では金属組成と CO₂ 濃度を比較することで、金属組成変動と化学風化の関係、特に間氷期における金属異常濃縮の原因を考察することを目的とした。

2. 方法

試料は第一期ドームふじ深層氷コアを用いた。氷片表面の汚染をセラミックナイフで除去したのち、氷片を融解、蒸発乾固し残渣をマイクロ波酸分解法 (Suzuki and Sensui, 1991) で全分解した。溶液の Fe, Al, Mn, Sr, Ba, Na を ICPMS で、Mg, Ca を ICPAES で測定した。CO₂ 濃度は Kawamura et al. (2003) による値を用いた。

3. 結果と考察

大気経由で氷床に供給される Al の大部分が地殻起源とみなせる一方、Na は地殻と海洋の両方が有意な供給源である。そこでコア中 Al の全てが地殻起源であると仮定し、地殻起源 Na (nssNa) と海洋起源 Na (ssNa) の濃度を次式により算出した。

$$[nssNa] = (Na/Al)_{crust} \times [t-Al] \cdots (1)$$

$$[ssNa] = [t-Na] - [nssNa] \cdots (2)$$

ここで [t-Al], [t-Na] はそれぞれ Al と Na のコア中全濃度、(Na/Al)_{crust} は平均地殻組成比 (Taylor, 1964) である。求めた ssNa を用いて Mg, Ca, Sr, Ba について非海塩性部分濃度 (nssM:M は着目するアルカリ土類金属) を次式により算出した。

$$[nssM] = [t-M] - (M/Na)_{seawater} \times [ssNa] \cdots (3)$$

ここで、(M/Na)_{seawater} は平均海水組成比 (Broecker and Peng, 1982) である。また、Fe, Mn お

よびアルカリ土類金属の非海塩性部分について地殻に対する濃縮係数 (EF-N) を次式により算出した。

$$EF-N = (N/t-Al)_{sample} / (N/Al)_{crust} \cdots (4)$$

ここで (N/t-A)_{sample} はコア中 N/t-Al 比、(N/Al)_{crust} は平均地殻 N/Al 比である。濃縮係数が 1 に近いほど、コア中粒子の化学組成が平均地殻組成に近いことを示す。本研究では、コア中 CO₂ 濃度が高くなるとそれぞれの金属の EF 値が大きくなることがわかった。コア中粒子に金属が異常濃縮する原因について次のメカニズムを考えてみた。これらの金属を含む鉱物の一部は、CO₂ との化学反応を経て炭酸塩化する。また、これらの炭酸塩は地表水中の CO₂ 含有率が高い場合、液相に移動する。大気中 CO₂ 濃度が高い環境において、地表の一部で鉱物の炭酸塩化が進み、その炭酸塩が地殻表面に溶脱・集積したのち風化・空輸されれば、供給源の場所が変わること以外に、コア中粒子に異常濃縮が生じるひとつの原因となる。

また、Perel'man (1965) は溶脱過程における元素の移動のしやすさの指標として水移動係数を提唱した。ある元素 x の水移動係数 K_x は次式により算出される。

$$K_x = (m_x \times 100) / (a \times n_x) \cdots (5)$$

ここで m_x は着目する元素の水中濃度、a は水中の岩石残留率、n_x は着目する元素の岩石中濃度である。K_x が大きいほど元素の移動度が高く化学風化を受けやすい元素と考えられる。本研究では、コア中 CO₂ 濃度が 250ppmv を超えるあたりで、まず nssSr の異常濃縮が検出され、260ppmv を超えると nssCa, nssMg, nssBa, Mn, 270ppmv を超えると Fe の異常濃縮が顕著になるという結果が得られた。この順は K_x の大きさの順と概ね一致することから、大気中 CO₂ 濃度が高くなると、炭酸塩化により移動しやすい元素から順に地殻表面で溶脱・集積作用を受けたと考えられる。

ドームふじ氷床コア氷の格子定数の深さ依存性

堀 彰(北見工大), 宮本 淳, 本堂武夫(北大低温研)

Depth dependence of the lattice constants of the Dome Fuji deep ice cores

Akira HORI (Kitami Inst. Tech.), Atsushi MIYAMOTO, Takeo HONDOH (Inst. Low Tem. Sci., Hokkaido Univ.)

Lattice constants of the ice crystals of the Dome-Fuji deep ice core were measured by the X-ray diffraction method. The lattice constants, a and c , were larger than those for a laboratory ice. Above 2500 m, the lattice constant a increased with increasing depth while the lattice constant c decreased. In contrast, such depth dependence was not observed below 2500 m.

1. 緒言

氷床深層の氷は高い圧力下にあり圧縮応力を受けているため、氷結晶の格子定数は実験室で作製された氷(実験室氷)と比べて小さいと考えられる。しかし、深さ2500mまでの氷床コア氷の格子定数の各深さでの平均値は実験室氷に比べて大きいを前回報告した。さらに、 a 軸および c 軸の格子定数 a および c の値は、前者が深さの増大とともに増加するのに対し、後者では減少する傾向が見られることも併せて報告した。今回は2500m以深(最深で3025m)の試料の測定結果と各深さの薄片試料に含まれる個々の結晶粒に対する測定結果を報告する。

2. 方法

X線回折測定用の薄片試料を作成し、偏光板を用いて識別した個々の結晶粒に対してラウエ法による方位解析を行った。

格子定数の決定のためのX線回折測定は、各々の結晶について、回折角 θ の異なる測定可能な回折を3つ以上測定する。入射X線の角度補正を行った後、Braggの式、 $2d\sin\theta = \lambda$ ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$)に従い格子面間隔 d を求めた。続いて異なる指数の回折面の格子面間隔から、最小自乗法により六方晶である氷の格子定数 a , c を求めた。この方法で求め

た実験室氷の格子定数は、文献値(K. Röttger *et al.*, 1994)と良い一致を示した。

3. 結果

格子定数の深さ依存性を図に示す。図の各点は、各深さの試料に含まれる複数個の結晶の結果の平均を示し、また、直線は実験室氷の格子定数を、その上下の点線は標準偏差の幅を表している。

2500m以深でも a 軸、 c 軸ともに格子定数は概ね実験室の氷よりも大きい、深さ依存性は見られなかった。また、格子定数は個々の結晶粒によってばらつきがあった。詳細は当日報告する。

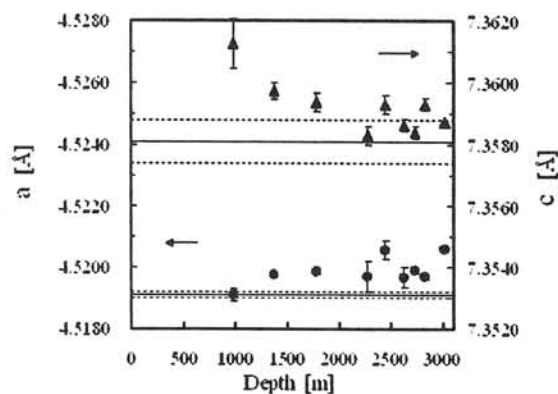


図 ドームふじ深層コア氷の格子定数 a , c の深さ依存性。

K. Röttger, *et al.* s: *Acta Cryst.*, B50(1994)644.

a軸方位分布に注目したドームふじコアの結晶方位分布

宮本 淳、本堂武夫(北海道大学低温科学研究所)

Crystal orientation distribution of the Dome Fuji ice core focused on a-axes orientation

Atsushi MIYAMOTO, Takeo HONDOH (Inst. Low Tem. Sci., Hokkaido Univ.),

Crystal orientation plays an important role for mechanical properties of polar ice sheets. In order to understand how ice fabric development in ice sheets, we use X-ray Laue method to measure ice crystal orientation. An anisotropic distribution of a-axes was found at a depth of 2730 m of the deep part of the Dome Fuji ice core. It may be formed by simple shear deformation in the deep part of ice sheet.

1. はじめに

氷床氷の結晶c軸方位分布は氷床の変形履歴を反映し、氷床の力学的性質を決定する主要因子として多くの雪氷コアについて詳細に調べられてきた。測定装置については多くの時間と労力、使用に熟練を要するユニバーサル・ステージによる測定から発展し、近年、自動化された測定装置が開発され、多くの研究者が用いるようになってきた。特に南極、グリーンランドにおいて掘削された深層コアについては、3000 m を超える試料のc軸方位測定に自動化された測定装置を用い、その深さ分布が明らかにされている。氷床深部においては発達したc軸方位が非常に強い単極大型を示すことが明らかになっており、測定したすべての結晶c軸がほぼ同じ方位を向いている。このような特殊な結晶c軸方位分布を持つ氷体の力学的性質を議論するために、それぞれの結晶方位角度差の情報が必要であり、これまでにない高い測定精度が求められる。そこで、我々はX線を用いた半自動化された結晶方位測定装置を開発し、これまでにこの装置を用いた測定結果を報告してきた。この装置の特徴は高い測定精度を持つと同時に、X線を用いているためにc軸方位のみならず、a軸方位をはじめあらゆる結晶方位を測定することが可能である点にある。本研究では、結晶a軸方位分布が新たな変形履歴等の指標となると考え、ドームふじコアのa軸方位を測定した。

2. 実験方法

X線ラウエ法を利用した半自動化された結晶方位解析装置を使い、結晶方位を測定した。薄片試料の結晶ひとつひとつからのラウエ像斑点の位置を解析することにより結晶方位を求めるが、解析時、一度にc軸、a軸両方の方位情報を得ることができる。図1

に測定したc軸および3本のa軸の方位関係を示す。使用した試料は第2期ドームふじコア深部2400 m以深である。

3. 結果と考察

c軸方位分布が単極大型であり、a軸3本の方位が揃ってくれば、多結晶体であるその氷体は単結晶に近づいていることを意味し、a軸方位分布にも異方性があると判断することができる。第2期ドームふじコア深部において、明瞭なa軸方位の異方性分布が確認されたのは、2730 m 深のみであった(図2)。c軸方位は層位の傾き等によってその集中方位が傾くものの強い単極大型を示している。a軸方位は深さとともにその分布が変化する様子は観察されなかった。約600 m 長のコアについて、数十メートル毎の測定を行った結果、a軸方位の異方性分布を確認できたのはわずか1深度であった。過去の測定では、より浅層の1975.5、2175.5 m においてもa軸方位の異方性分布を確認しているが、これらの深度帯が受けた特殊な変形履歴(例えばせん断変形)がa軸方位を発達させる原因と考えている。

より詳細な議論のため、シュミット・ネットへのプロットには現れない隣り合う結晶粒のa軸角度差等の統計処理を進めている。

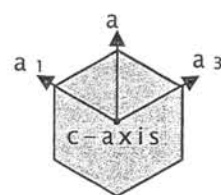


図1. 測定した結晶方位

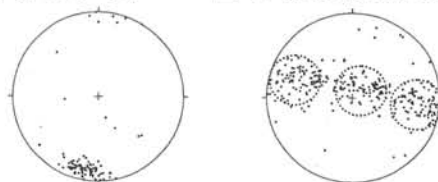


図2. 2730 m の結晶c(左図)、a軸(右図)方位分布。a軸方位分布に3つの極大(丸囲み)が確認できる。

氷結晶方位・粒径の自動解析装置の、東南極内陸高原部で採取したフィルム試料の計測への応用

藤田秀二（国立極地研究所）、宮本淳（北海道大学）、東信彦（長岡技術科学大学）

Application of the automatic fabric analyzer to measurement of firn samples from the inland plateau in East Antarctica

Shuji Fujita (National Institute of Polar Research), Atsushi Miyamoto (Hokkaido University), Nobuhiko Azuma (Nagaoka University of Technology)

We introduced an automatic ice fabric analyzer developed by Dr. David Russell-Head to NIPR, in order to measure crystal orientation fabrics (COF) of firn samples from the inland plateau in East Antarctica. Firn samples consist of grains of ice in sub-millimeter size; it is often difficult to measure COF using traditional optical methods. In this study, we performed rapid measurement of COF with the automatic fabric analyzer. Our aim to study firn samples is investigation of snow metamorphism near the surface of the ice sheet. In the ice sheet, surface snow deposition is exposed to solar radiation and temperature gradient due to diurnal/annual cycles of air temperature. It is often assumed that anisotropic structure of the depth hoar is developed to a depth of ~10 m by the vertical movement of the vapor. Earlier studies show that the firn at depth of 10-100 m, c-axes tend to be clustered around the vertical. Then, initial development of the c-axes cluster could occur in the shallowest 10-m. Up to now, we measured three samples from Dome Fuji. Depths are 0.15, 2.1 and 4.0 m. The preliminary data show that c-axes tend to have random orientation; we did not detect any features showing c-axes cluster around the vertical. We will measure more samples in the near future. The preliminary results suggest a possibility that the c-axes cluster may develop in deeper firn that we investigated so far, i.e., in depth range between ~4 m and ~10 m.

要旨

氷結晶主軸自動測定機を、東南極内陸域で採取をしたフィルム試料の結晶主軸方位計測に応用した。フィルム試料はサブミリ寸の氷粒子からなり、従来の光学手法での計測は困難をとまなう。本研究では、豪州製の氷結晶主軸自動測定機を用い、短時間に大量の計測の実施をおこなった。フィルム試料の計測を行う目的は、氷床表層部での雪の変態がどのように起こっているか知るための一環である。氷床氷は表面堆積ののち、日射や、表面気温の日変化・年変化にとまなう温度勾配にさらされ、表層10m深付近に沈降するまで霜ザラメの異方性構造を発達させると考えられている。10-100m 深のフィルムでは、鉛直方向へのC軸集中が知られており、表面-10m 深付近までの発達過程を解明したい。東南極内陸域ドームふじで採取をした試料を用い、0.15, 2.5, 4.0m の3深度で試行的に計測を実施した。その結果、この3例について、C軸分布はランダムな傾向を示し、10-100m 深の区間でしばし

ば見られるような鉛直軸への集中や水平面への集中は確認できなかった。今後更に事例を増やし検証をするが、鉛直軸への集中や水平面への集中は今回着目している深度よりもより深度で発達しているのかもしれない。なお、本装置は国立極地研究所の低温実験室に設置をする共同利用装置として、極地雪氷研究分野での活用に資する。装置を用いた検証計測もすすめており、同一の試料について、X線ラウエ手法の計測結果との比較をすすめている。

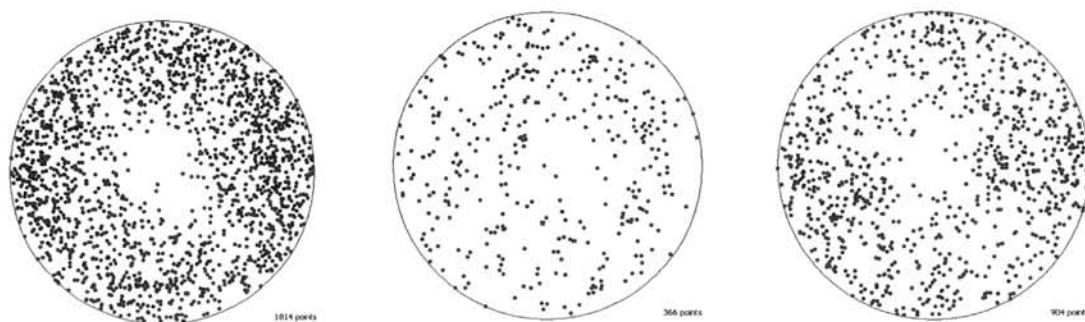


Figure : Examples of COF in the firn at Dome Fuji. Depths are 0.15 m, 2.1 m and 4.0 m. Projection is on the Schmidt Equal Area net. The vertical axis is along up and down. Whiter area near the center is believed as an artifact, caused by very small size of each crystal grains.

図：シュミットネット上のC軸分布（鉛直薄片）

本研究は、国立極地研究所の研究開発プロジェクトE11「氷多結晶およびフィルム試料の、結晶方位・粒径の大量自動解析装置の開発研究」（平成19年度～20年度）として実施している。

ドームふじフィルンに含まれる微粒子の化学組成分析方法の開発

植本陽、櫻井俊光（北海道大学環境科学院）、飯塚芳徳、宮本淳（北海道大学低温科学研究所）、堀彰（北見工業大学）、藤田秀二（国立極地研究所）、本堂武夫（北海道大学低温科学研究所）

Development of analysis method for chemical composition of micro impurities in firn at Dome Fuji

Akira Tsuchimoto, Toshimitsu Sakurai (Graduate school of Environmental Science, Hokkaido University), Yoshinori Iizuka, Atsushi Miyamoto (ILTS, Hokkaido University), Akira Hori (Kitami Institute of technology), Shuji Fujita (NIPR), Takeo Hondoh (ILTS, Hokkaido University)

To obtain the statistical distribution of chemical compositions of involatile impurities in Antarctic firn, we have developed a sublimation method of firn at -20°C on chromic plate. We found more than 150 impurities per a sample and analyzed their composition by SEM-EDS and Raman spectroscopy.

1. はじめに

2007～2008年の日本スウェーデン共同トラバース調査隊により、ドームふじ地域他計3地点において深さ4mまでのフィルンピットが採取された。近年南極内陸に運ばれてきたエアロゾルのほとんどはフィルン内で粒子として保存されている。フィルン内の粒子組成を調べるために、雪粒子を昇華させることによって多量の不揮発性粒子を抽出する昇華法の開発を試みた。

2. 方法

実験サンプルとして2005年に南極ドームふじにて採取された表面雪を使用した。表面雪内の不揮発性粒子には水溶性、不溶性のものが存在する。酸以外の水溶性粒子を固体のまま抽出するためにクロムの金属板の上で -20°C 以下でフィルンを昇華させ、不揮発性粒子のみを抽出した。昇華に際して、まずクロム円板を分析機器に設置できる寸法に加工した。また抽出した微粒子を顕微鏡で観察できるように、クロム円板表面を研磨し鏡面状に加工した。サンプラーはステンレス製の円筒状サンプラーとロッド状サンプラーで、円筒状サンプラーを表面雪に差込み、中に詰まった雪をロッド状サンプラーで押し出して使用した。また、

サンプラーおよびクロム円板は、エタノールで洗浄し乾燥させた後に使用した。その後、クロム円板上に残った粒子の化学組成をSEM-EDSおよびラマン分光法で分析した。昇華台としてクロムを使用した理由はSEM-EDSおよびラマン分光法の両方を使用できる利点があるためである。

3. 結果

今回の実験でSEM-EDSとラマン分光法の両方で150粒子以上の不揮発性粒子を観察できた。

3-1. SEM-EDSによる結果

合計265個の粒子を測定した。多かった元素はO, Al, Fe, Siで順に49.8%, 26.4%, 17.7%, 15.8%の粒子に含まれていた。また他にNa 7.2%, S 6.0%, F 5.3%, Mg 4.2%, Cl 4.2%, Ca 3.8%などが検出された。

3-2. ラマン分光法による結果

総数156個の粒子を測定した。そのうち50個の粒子はラマンスペクトルが得られなかった。スペクトルが現れた粒子のうち、41個にラマンシフト 552cm^{-1} にスパイクが見られた。SEM-EDSの結果から推測するに、AlおよびSiの酸化物である可能性が高い。その他、10個に 440cm^{-1} 、6個に 1000cm^{-1} にスペクトルが得られた。

南極ドームふじ近傍表面積雪の Nd 同位体分析

平林幹啓、本山秀明（国立極地研究所）、中井俊一（東京大学地震研究所）、
宇田川弘勝、田中敦（国立環境研究所）

Nd isotopic study of surface snow near Dome Fuji, Antarctica

Motohiro Hirabayashi, Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research),
Shun'ichi Nakai (Earthquake Research Institute, The University of Tokyo),
Hirokatsu Utagawa, Atsushi Tanaka (National Institute for Environmental Studies)

Snow ice sample contains particulate matter. Particulates originate from continent, volcano, sea, space, and organism. The particulate matter of continental origin contains many elements from minerals and rocks. The isotopic ratio of an element reflects the origin and the history of the particle. Neodymium (Nd) has seven isotopes; ^{142}Nd , ^{143}Nd , ^{144}Nd , ^{145}Nd , ^{146}Nd , ^{148}Nd and ^{150}Nd . Among these, ^{143}Nd is a daughter nuclide generated from the radioactive decay of the parent nuclide ^{147}Sm (α decay, half life is 10.6 trillion years). Since the isotopic composition of Nd depends on the formation ages of the earth crust, the information about the source of the particulate matter of continental origin can be estimated by analyzing the isotopic ratio $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$.

In this research, isotopic ratio of Nd in surface snow collected at DF80 near Dome Fuji in Antarctica was analyzed. 1 kg of surface snow sample was condensed by heat, then microwave decomposition was carried out with the mixture of nitric acid and hydrofluoric acid. The quantitative analysis of Nd was performed using the quadrupole type inductively-coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS). Concentration of Nd contained in surface snow was very low (ca. 1 ppt). In order to avoid the interference by isobars, Nd and Sm were separated by solid-phase extraction. Nd isotopic ratio was measured using the multi-collector type ICP-MS. For this sample, the preliminary value $\epsilon_{\text{Nd}} = \text{ca. } -10$ was acquired. Further results and discussion about the origin of particulate matter will be presented.

雪氷試料には粒子状物質（降下物）が含まれる。それら粒子状物質の発生源には、大陸起源・火山起源・海洋起源・宇宙起源・生物起源などがある。大陸起源の粒子状物質には、鉱物や岩石を構成する多くの元素が含まれる。元素の同位体比はその起源や履歴を反映する。ネオジム (Nd) の同位体には ^{142}Nd 、 ^{143}Nd 、 ^{144}Nd 、 ^{145}Nd 、 ^{146}Nd 、 ^{148}Nd 、 ^{150}Nd があり、このうち ^{143}Nd は安定同位体であるが、親核種である ^{147}Sm が放射性壊変 (α 壊変、半減期 1060 億年) して生じる娘核種である。Nd の同位体組成は地殻の生成年代によって異なるため、同位体比 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ を調べることによって、大陸起源の粒子状物質の発生源に関する情報が得られる。

本研究では、DF80 (南極ドームふじ基地近傍) で採取した表面積雪に含まれる Nd の同位体分析を行った。表面積雪試料 1 kg を加熱濃縮し、硝酸とフッ化水素酸の混酸でマイクロ波分解を行った。四重極型 ICP 質量分析計を用いて Nd の定量を行ったところ、表面積雪に含まれる Nd の濃度は約 1 ppt と非常に低濃度であった。この試料について、同重体の干渉を避けるため固相抽出法により Nd と Sm の分離を行ったのち、マルチコレクター型 ICP 質量分析計を用いて Nd 同位体比の測定を行った。初期段階の結果であるが、 ϵ_{Nd} は約 -10 であった。粒子状物質の由来に関して、既存データと比較検討を行った結果についても併せて報告する。

南極沿岸域からドームふじ基地ルート上における表面積雪の化学的特徴

倉元隆之、平林幹啓、本山秀明（国立極地研究所）

Chemical characteristics of surface snow on the way from coastal area to Dome Fuji, Antarctica

Takayuki Kuramoto, Motohiro Hirabayashi, Hideaki Motoyama
(National Institute of Polar Research)

The sea salt components are transported from the coastal area to the inland area in Antarctica. On the other hand, materials also have a route transported directly from the stratosphere to the ice sheet in the inland region. The chemical characteristic in the surface snow is different according to the difference of these transportation routes. In this study, we aimed to clarify a chemical characteristic in the surface snow from the coastal area to Dome Fuji, Antarctica.

The surface snow was collected by the 47th Japanese Antarctic Research Expedition. We analyzed the pH, electric conductivity, stable isotope of water and major anions and cations. As for a pH and electric conductivity, the drastic change was seen on the altitude 3000 m or more. Whenever the altitude was rising, the pH of the surface snow decreased and was less than 4.8 at near Dome Fuji. The stable isotope of water has lowered by rising of the altitude of sampling site.

過去の気候変動をより詳しく解明するためには、現在の南極内陸地域への化学物質の輸送過程・堆積過程を明らかにすることが重要である。南極大陸は周囲を海洋に覆われており、沿岸域から内陸地域へ向かって海塩由来の物質が輸送されている。一方、内陸地域では成層圏から直接氷床へ輸送される経路もある。これらの輸送経路の違いによって表面積雪中の化学特性が異なると考えられる。南極沿岸域からドームふじまでの表面積雪中の化学特性を明らかにすることを目的とした。

本研究では、2006年10月から11月に第47次南極地域観測隊によって採取された表面積雪を用いた。試料は分析時に融解し、pH、電気伝導度、主要イオン濃度、酸素・水素の安定同位体比を測定した。

pHと電気伝導度の測定結果は、鏡像関係を示した。pHと電気伝導度は、標高3000mあたりから急激な変化が見られており、ドームふじ付近では表面積雪のpHは4.8を下回った。主要イオン濃度では、Na⁺などの海塩由来の物質は、海から離れるに従って濃度が低下している。一方、非海塩起源と考えられるNO₃は、標高3000m付近から急激に濃度が高くなる変化を示した。酸素・水素安定同位体比は、標高が高くなるにつれて、また沿岸地域から内陸に向うにつれて低くなる傾向が見られた。このことから、酸素・水素安定同位体比には高度効果、内陸効果の影響が表れていると考えられる。

日本スウェーデン共同トラバースで観測した南極東ドローニングモードランド地域の水の安定同位対比の分布

福井幸太郎（国立極地研究所）、植村立（LSCE）、藤田秀二、本山秀明（国立極地研究所）

Distribution of stable isotopes in surface snow on the plateau of East Dronning Maud Land, Antarctica, observed by Japanese-Swedish traverse expedition

Kotaro FUKUI(NIPR)、Ryu UEMURA (LSCE)、Shuji FUJITA、Hideaki MOTOYAMA (NIPR)

This study presents the distribution of δD and $\delta^{18}O$ values in East Dronning Maud Land, Antarctica. The samples were collected on 2007/2008 Japanese-Swedish Antarctic Expedition (Japanese part) which crossed east Dronning Maud Land from Syowa station to Meeting point ($75^{\circ}53'S$, $25^{\circ}50'E$) via Dome Fuji station. The empirical relationship between the isotopes, 10 m depth snow temperature and elevation are computed. The slopes of δD with respect to the 10 m depth snow temperature were $6.3\text{‰}/^{\circ}C$. This value was not so different to that observed in the previous Antarctic traverse expeditions. The deuterium excess values increase sharply at 3000 m above sea level on the plateau. This trend was also observed in the other Antarctic regions.

1. はじめに

氷床コアでは水の安定同位体 $\delta^{18}O$ と δD を temperature proxy にしている。ドームふじルートでは、 $\delta^{18}O$ と 10m 雪温(年平均気温)の関係が明らかにされているが、 δD と 10m 雪温の関係が不明だった。そこで δD と 10m 雪温の関係を明らかにすることを目的に日本スウェーデン共同トラバースでは、同位体用の 1~2 年分の積雪サンプリングと 10m 雪温観測を実施した。なお、本研究では現地での積雪サンプリングと 10m 雪温観測は福井が担当、同位体の分析は植村が担当した。

2. 方法

10m 雪温は Kovacs ドリルで積雪に穴を開け、白金抵抗温度センサを挿入。翌朝、温度を読み取って測定した。観測点は 19 カ所である。同位体用積雪は密度サンプラーを用いて表面から連続的に雪をサンプリングした。サンプリング深度は沿岸部 80cm、内陸部 15cm である。サンプリングは合計 50 カ所で実施した。試料は冷凍のまま国内に持ち帰り極地研の質量分析計で δD と $\delta^{18}O$ を測定した。

3. 結果

高度による 10m 雪温の減率は $1.32^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ であった. 既存の研究によると南極氷床上での 10m 雪温の減率は $0.9\sim 1.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ (e.g. Satow et al, 1974)である. 今回はやや大きめの値を示した. $\delta^{18}\text{O}$ の 10m 雪温に対する増加率は $0.82\text{‰}/^{\circ}\text{C}$ であり, ドームふじルートでの既存の研究結果(Satow et al, 1999)とほぼ同じ値であった. δD の 10m 雪温に対する増加率は $6.3\text{‰}/^{\circ}\text{C}$ であった(Fig. 1). Dahe et al (1994)によると西南極で $5.8\text{‰}/^{\circ}\text{C}$, 東南極で $7.0\text{‰}/^{\circ}\text{C}$ であり今回得られた値は両者の中間くらいに位置する. δD と D-excess の関係をみると δD が $-150\sim -350\text{‰}$ の時, d-excess は 5‰ 前後でばらつく傾向がみられ, δD が -400‰ 以下, つまり内陸部のサンプルになると d-excess が急増する傾向がみられた. この内陸部で d-excess が δD に対して急増する傾向は既存の研究(e.g. Petit et al, 1991; Dahe et al, 1994)も指摘している.

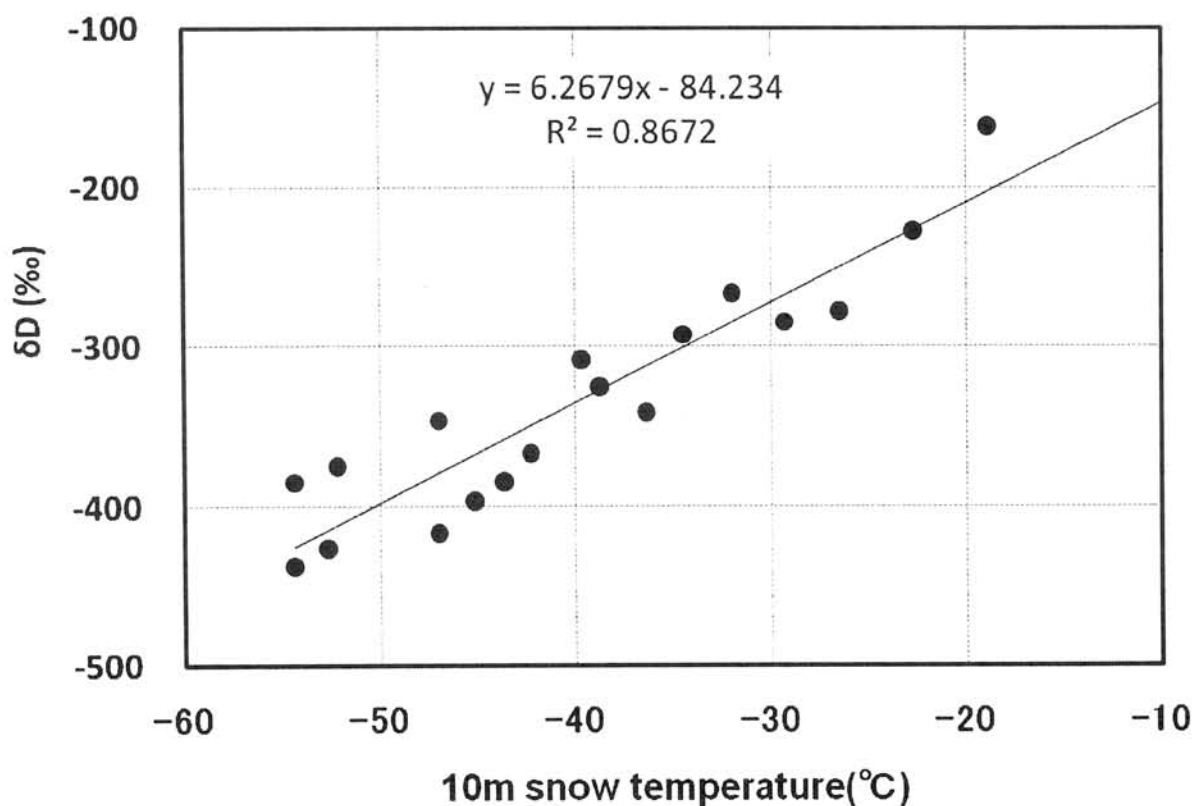


Fig. 1 Relationship between δD and 10 m snow temperature.

氷床内陸部探査における PC ベースの GPS ナビゲーションおよび人工衛星データ画像表示の活用

藤田秀二、スーディク スィルヴィアン（国立極地研究所）

Use of Laptop-computer-based GPS navigation system and satellite remote sensing data in inland survey of the Antarctic ice sheet

Shuji Fujita and Surdyk Sylviane (National Institute of Polar Research)

As a new attempt in the inland traverse in Antarctica, we utilized GPS navigation systems based on a laptop PC, GPS compass and satellite remote-sensing images. We will report how they worked in the last field season. One of the two systems is for navigation, FUGAWI Global Navigator. Another was ENVI which displays satellite remote-sensing images with position of the traverse team. These systems were mounted for each tracked-vehicle. These were powerful tools for navigation and scientific investigation. We suggest that this kind of flexible system should be used as standard in the future inland surveys.

日ス共同トラバースでの内陸旅行では、新しい試みとして PC ベースのナビゲーションシステムを活用した。ウィンドウズ PC の上で動くソフトで、FUGAWI Global Navigator というもの、それに、人工衛星画像表示ソフトである ENVI である。どちらも、別途に用意をした GPS 受信機から、シリアルケーブルを用いて NMEA 形式の信号を受信し、PC 画面の上に地図上の現在位置やナビゲーションに必要な各種の情報が表示されるシステムである。前者はナビ用、後者は様々な衛星画像情報用である。あらかじめ緯度経度の情報とともに人工衛星画像（MODIS）を入力し、また、既存のルート方位表や新規走行路のルート方位表を入力して活用をした。下に観測時のナビ PC 画面の一例を示している。

このシステムの利点は多数あるが、特筆したいことは、衛星画像の上での位置を常に把握しながら走行ができること、且つ、走行位置情報を PC に電子ファイルとして刻々記録できることにあった。また、ルート方位表が入力されていることと、ポイント名が常に表示されていることから、ルート上で現在位置が不明確になることは全くなかった。たとえば、S16 からみずほ基地の区間では時折 250m 毎にルート旗が設置されており、現在の位置がしばしば不明確になる。しかし、この仕掛けを用いることにより、そうした事例は皆無になった。

下に示す PC 画面の左側の枠には、以下の情報が表示されている。次に到達するルートポイント「MD730」、そのポイントの現在位置からの磁方位（CTS）、そのポイントまでの距離（DTG）、到達見込み時刻（ETA）、そのポイント到達までにかかる時間（TTG）、クロストラックエラー、すなわち、現在位置の本来通過すべきルートからの横方向の変位（XTE）、現在の速度（SMG）、最後に通過したポイント、現在の位置情報。また、進むべき方向とそこからのずれは、画面上に矢印として表示がなされる。

筆者は、過去に内陸旅行を経験するなかで、航行用の車載レーダが PC データとしての記録面での柔軟性な低いこと、それに、衛星画像とのリンクができないこと、データ入力が基本的に手入力であること等、種々の不自由を感じてきた。しかし、今回試行したシステムは、データ入力も PC 上の

The screenshot shows the Fuzawi Global Navigator software interface. The main window displays a map with a route from MD730 to MD728. A 'Navigation Message' dialog box is open, stating 'Approaching MD728'. The left sidebar shows waypoints and route information. The bottom status bar displays GPS coordinates and speed.

Navigation Message:

Approaching MD728

Waypoint Information:

West Waypoint:

- Name: MD730
- CTS: 248.1° M
- DTG: 0.8 km
- ETA: 9:21:49
- TTG: 06:58
- XTE: -18.8 m
- SMG: 7.3 km/h

Current Route:

- Name: S16_to_DF80
- DTG: 10.4 km
- Last WP: MD728

GPS Data:

- Course: 198.4° T 251.9°
- Speed: 7.3 km/h
- Altitude: 3,795 m
- Sats: 11
- Last Fix: 00:00

Status Bar:

- Speed: 7.2 km/h
- WP: MD730
- Course: 249.3° M
- CTS: 248.1° M
- Altitude: 3,795 m
- XTE: -18.8 m

GPS Log:

Position	Log	Satellites	Settings	Model	Out
SGPV16.197.99.T.251.42.M.4.01.N.7.43.K.A*29					
SGPZDA.091448.00.09.12.2007.00.00*69					
\$HEHDT.136.3.T*22					
SGPSGA.091449.00.7716.99468.S.03943.31003.E.1.10.0					
SGPV16.198.39.T.251.82.M.3.94.N.7.30.K.A*2F					
SGPZDA.091449.00.09.12.2007.00.00*68					
\$HEHDT.136.5.T*27					
SGPSGA.091450.00.7716.99572.S.03943.30851.E.1.10.0					
SGPV16.195.96.T.249.29.M.3.87.N.7.17.K.A*29					
SGPZDA.091450.00.09.12.2007.00.00*60					

今回は4台の雪上車すべてにこのシステムを設置し、すべての車輛が現在位置や衛星画像のなかでの位置をリアルタイムで把握できるようにした。PCはPanasonic社製のタブブックを利用した。走行する雪上車のなかでの連続運用で、振動に起因する技術的なトラブルは一切なかった。雪上車の環境として不便を感じた点は、既存の航行用GPS装置とレーダ装置が運転席とナビ席前方の位置を既に占めていることであった。ここにPC画面を設置することにより、今後より効果的なナビゲーションが可能になると考えた。なお、システムにかかるコストとしても、航行用のソフトと比べて安上がりに見える。事前設定の際にソフトウェアに対する習熟が必要であり、この点が将来多数の隊が使用する際の課題と思えた。また、将来の雪上車環境として、人工衛星画像やナビソフトの画像、それに、計測中のセンサーのデータ表示等、複数のPC画面を設置できる態勢があれば、今後より効果的な活動に資すると考えた。人工衛星画像を画面に表示できることから、サスツルギ帯や平坦雪面、それに潜在的にクレバスの危険のある地域の区別もオペレーターが明確にできる。こうしたシステムを今後の内陸旅行の際の標準装備化することにより、安全な走行や科学調査の充実に大きく資すると考える。ENVIについては、当日講演のなかで紹介をする。

新領域融合プロジェクト

「地球生命システムの環境・遺伝基盤の解明とモデル化・予測に向けた研究」

神田啓史（新領域融合研究センター）

**Environmental and Genetical Approach for Life on Earth with a Study of Relevant
Modeling and Prediction Techniques (EAGLE): Introduction**
Hiroshi Kanda (Transdisciplinary Research Integration Center: TRIC)

The Transdisciplinary Research Integration Center (TRIC) advances the basic objectives of the Research Organization of Information and Systems (ROIS) of further enhancing the functions of the inter-university research institutes while developing new fields of research. TRIC pursues integrated research and develops information platforms in the quest to construct new paradigms in the fields of earth science and life system.

In TRIC project, Environmental and Genetical Approach for Life on Earth with a Study of Relevant Modeling and Prediction Techniques (EAGLE) investigates microorganisms which present in ice cores and life systems in extreme environments. Life and global environments influence each other and reach to today, but it is necessary to understand the mechanism when and how the life evolved and diversified under past environmental changes. Considering a time scale and an environmental scale, this project aims at the analysis of a life system on earth.

In this session, the project members report the results and topics.

情報・システム研究機構(ROIS)の新領域融合研究センター(TRIC)は 2004 年の設立当初、三つの研究課題、生命システム、地球環境システム、及び複雑システムのモデル化・情報処理の融合研究を目指した。とくに地球環境変動と微生物の進化・多様化の研究や地球と生命の相互作用のシミュレーションの研究成果が期待されていた。

本プロジェクト「地球生命システムの環境・遺伝基盤の解明とモデル化・予測に向けた研究」は 2005 年より 5 年計画で開始し、「古環境タイムカプセルとしての氷床コアの解析」と「極限域生物の比較研究」の二つのサブテーマのもとで研究を進めてきた。前者は約 72 万年前の古環境を復元するドームふじ基地の氷床コアなどから微生物のゲノム情報を得ることにより、微生物がどのように地球環境と相互作用してそのシステムを多様化・進化してきたのかを明らかにし、後者は極限環境に生息する生物研究は現代の環境軸に沿うものであり、極低温や強紫外線という極限環境下で生息する生物の遺伝子構成、発現パターンや機能を解析して地球の生命システムを明らかにすることであった。

本セッションでは新領域融合研究プロジェクトの成果、トピックスを紹介する。

南極氷床表面、および氷床底の微生物解析

Microbial analysis of Antarctic ice sheet and subglacial samples drilled at Dome Fuji, Antarctica by 16S rRNA gene analysis

○ 瀬川高弘, 植竹淳 (極地研・新領域融合研究センター), アンドレ・リベラ (チリ科学研究センター), 本山秀明 (極地研), 神田啓史 (極地研)

Takahiro Segawa, Jun Uetake (TRIC, NIPR), Andres Rivera (Centro de Estudios Cientificos), Motoyama Hideaki (NIPR), and Hiroshi Kanda (NIPR)

The ice cores from Antarctica could preserve microorganisms in the ancient atmosphere trapped in the snow and ice from the ice sheet. Subglacial environment are thought to be contained ancient ecosystems. The Japanese Antarctic Research Expedition got a deep ice core down to 3,035.22m in depth at Dome Fuji station in 2007. Around 3,030m, a special type of small ice pieces from ice and refrozen ice samples leaked into the borehole were collected. We examine microorganisms in the ice core samples near the bedrock by molecular DNA techniques. We extracted the inner part of ice core samples using the melting device special designed for biological analysis. Our preliminary data support that microorganism have existed in this subglacial environment.

Bacteria growing in the snow and ice of the glacier are important decomposers of glacier ecosystems, but our knowledge of the bacteria of the glacier ecosystems is still very limited. In order to specify the bacteria existing on the Antarctic ice sheet, we analyzed bacterial DNA extracted from the snow samples (9 sites) collected on the surface snow of Antarctic ice sheet. Genes of 16S rRNA were subjected to PCR amplification and nucleotide sequencing. Our cloning analysis identified 11 OTUs related to *Actinobacteria*, *Beta-proteobacteria* and *Gamma-proteobacteria*.

近年、氷河や雪渓などの寒冷な雪氷環境にも多様な生物が存在し、特殊な生態系を形成していることがわかってきた、しかし、この生態系でも重要な役割を担うと考えられているバクテリアに関しては、まだほとんど研究されておらず、特に南極氷床表面中にはどのような種類のバクテリアが存在しているのかほとんど分かっていないのが現状である。そこで南極氷床表面に存在しているバクテリアを明らかにするために、南極氷床表面から採取された9地点の積雪表面サンプルを対象に16SrRNA遺伝子解析による分析を行った。その結果、*Actinobacteria*, *Beta-proteobacteria*, *Gamma-proteobacteria*に属する11種類のバクテリアが検出された。1サンプルあたりから検出された微生物種は5種類以下であり、1mlあたりに存在する微生物密度は1000細胞以下と、南極氷床表面に存在する微生物数はきわめて少ないことがわかった。また、2007年、南極地域観測隊ドームふじ基地調査隊によって採取されたアイスコア試料の最深部には、岩盤由来と考えられる粒状物の物質が含まれていた。DNA解析、および顕微鏡観察の結果から氷床コア最低部から微生物の存在が示唆された。

ドームふじアイスコア中の微生物濃度変化

Microorganisms density changes during glacial-interglacial cycle in Dome Fuji ice core

植竹淳、瀬川高弘（融合センター／極地研）、本山秀明、神田啓史（極地研）

Jun Uetake, Takahiro Segawa (TRIC/NIPR), Hideaki Motoyama, Hiroshi Kanda(NIPR)

Ice core from polar regions contain microparticles (mineral particles, microorganisms) derived from land area in the past. These provide valuable information related to changes in land area environment and atmospheric circulation. Studies of isotopic composition of the ice-core dust indicate that the source area of continental dust deposited at both Vostok and Dome C sites during the glacial stages is South America. Similarly, microorganisms contained ice core have possibilities to be derived from land area. However, few studies focused on the microorganisms densities during glacial-interglacial cycles (Abyzov *et al.* 1998), and microorganisms ice core will be a marker of a paleoclimate changes. In this study, we measure microorganisms densities in Dome Fuji ice core during last glacial-interglacial cycle, and compare the relationship of particles.

Modern surface snow from antarctica ice sheet contain up to 700 cells/ml bacteria, which is lower than other environment. Furthermore, bacteria concentration of surface snow from Dome Fuji station is equal to control level, indicate almost no bacteria contained. Otherwise, ice core samples contained various organic materials, coccus bacteria, actinomycetes like-filamentous and spirochete organisms. Concentration of actinomycetes like organisms is partially very high level, more than modern concentration. These result suggest that in the past, more microorganisms had deposited on antarctica ice sheet, may be blown by wind.

南極氷床アイスコアは、数十万年以上の環境変動の記録と環境変動に対応し飛来してきた微生物の量や種類の情報を含んでいると考えられる。南極氷床中に飛来してくる風送粒子の量や発生源は氷期・間氷期とでは異なる事が報告されている。同じく周辺の大陸起源と考えられる微生物も風送微粒子のように年代によって量や種類が変動している可能性があるが、これらに着目した研究はVostokアイスコアからの簡単な報告以来、全く報告がない。そこで、本研究ではドームふじアイスコア中に含まれる微生物の形態観察と微生物数の測定を行う事で、氷期・間氷期それぞれの時期における種類と量の比較を行い、これまでのアイスコア研究からは得る事ができなかった新しい環境情報の復元を試みた。分析には第一期ドームふじアイスコア計画で既に分析済の風送微粒子用の冷凍試料を使用し、核酸を染色する蛍光試薬(SYBR Gold, Molecular probe)で染色、蛍光顕微鏡で微生物の観察、測定を行った。

現在の表面では、微生物の濃度が多い地点でも約700cells/mlと非常に少なかった。さらにドームふじ基地周辺から採取されたサンプルでは、コントロールに用いたフィルター済みの水とほぼ同等の値となり、ほとんど微生物が含まれていないことがわかった。一方、アイスコアの一部のサンプルからは、多様な有機物の固まりをはじめ球菌や表面では全く観察されなかった放線菌様の微生物が多数観察された。これらの濃度を計測すると、部分的に非常に高い値を示す層があり、球菌は現在の濃度よりも高く、また放線菌様の微生物は更に高い値を示した。

アイスコア中の一部の深さで、現在の氷床表面に比べ遥かに多くの微生物が含まれていたことから、当時は氷床への微生物の堆積が多かったと考えられる。氷床上ではこれだけ多くの微生物が増殖出来る可能性は少ないことから、周辺の環境から飛来してきたものであると推測される。

ネパールヒマラヤ, ヤラ氷河の 1990 年代から 2008 年の
雪氷生物群集の変化
Changes of biological community from the 1990s to 2008
on the Yala Glacier, Nepali Himalayas.

竹内望, 石田依子 (千葉大学大学院理学研究科地球科学コース)
Nozomu Takeuchi, Yoriko Ishida (Dept. of Earth Sciences, Graduate school of
Science, Chiba University)

There are diverse organisms living on glaciers, such as insects, microfauna, algae, and bacteria. They are cold-tolerant organisms and spend their entire lives on glaciers. Recently, changes of glaciers have been reported in many glaciers over the world. Shrinkage of glaciers has been significant in many mountain glaciers in last a few decades. Also, chemical conditions (soluble ions) in snow and ice has changed due to pollutions and/or change of natural sources of the substances. In August 2008, we investigated biological community on Yala Glacier, located in Nepali Himalayas (elevation: 5500-5100 m a.s.l.). The biological community on the glacier has been investigated since 1980s. The paper aims to state the present biological conditions on the glacier and describe their changes since 1980s.

2008 年 8 月, ネパールヒマラヤ, ヤラ氷河表面の雪氷生物の調査をおこなった。ヤラ氷河は, ランタン谷南斜面, 標高約 5500 から 5100m にかけて流れる山岳氷河で, 1980 年代より日本の研究者によって氷河調査が行われている。ヤラ氷河にはヒョウガユスリカやヒョウガソコミジンコなど, ヒマラヤで初めて見つかった特有の雪氷生物が見つかった氷河でもある。1990 年代より雪氷藻類などの微生物の調査も行われている。今回の調査は, 最後の調査 1997 年より 11 年ぶりの調査であり, この間の氷河の変化, 氷河上の雪氷藻類群集の変化を明らかにすることが本研究の目的である。調査の結果, ヤラ氷河は 1990 年代に比べて著しく後退していることが明らかになった。末端の位置は数百 m 後退していた。氷河表面の状態の観察の結果, 雪氷生物の生息場所として知られる小さな融解水の水たまりクリオコナイトホールの形態が大きく変化していることがわかった。クリオコナイトホールの直径, 深さともに 1990 年代より巨大化していた。氷河表面の雪氷中に含まれる雪氷藻類の分析の結果, 藻類群集構造, 分布にも変化がみられた。以上の結果は, 近年の氷河の状態は, 単に規模が縮小しているだけでなく, その氷河上に生息している生物群集も変化していることが明らかになった。

西グリーンランドの氷河微生物相

Microbial flora of glaciers in West Greenland

○幸島司郎（京都大学）、植竹淳（極地研）、瀬川高弘（極地研）、長沼毅（広島大学）、
マーティン・ヘブスガード（コペンハーゲン大学）、神田啓史（極地研）

*Shiro Kohshima (Kyoto University), Jun Uetake (NIPR), Nozomu Takeuchi (Chiba Univ.), Takahiro Segawa (NIPR),
Takeshi Naganuma (Hiroshima Univ.), Martin Hebsgaard (Copenhagen Univ.) and Keiji Kanda (NIPR)

Microbial activity on the glacier could affect the mass balance of the glaciers because it accelerates surface melting by reducing albedo of the glaciers. Therefore, studies on glacier microorganisms are important not only to understand glacier ecosystems but also to estimate the response of glaciers to the climate change. However, we still have very limited knowledge on the microbial activities on the glaciers, especially those on Greenland Ice Sheet, the second largest ice sheet of the world. To clarify the factors and processes affecting microbial activity on the glaciers, we compared the glacial microbial flora among the glaciers located at various altitude and latitude in West Greenland. We found various differences in the microbial flora on glaciers between the northwestern part and the southwestern part of this area. The cause of this regional difference will be discussed.

雪氷藻類やバクテリアなど、氷河表面で増殖する微生物の活動は、氷河表面のアルベド（反射率）を低下させ融解を加速するため、氷河の変動に影響をおよぼしている。したがって、氷河微生物の研究は、生態学的に興味深いばかりでなく、将来の氷河変動を予測するためにも重要である。しかし氷河微生物に関する研究はまだ少なく、特に南極に次いで大きな氷床であり、温暖化による海面上昇への大きな寄与が予測されているグリーンランド氷床の氷河微生物に関する情報はほとんどなかった。そこでグリーンランド氷床の西側を対象に、氷河上の微生物量や微生物相が氷河のアルベドにどのような影響を与えているのか、またどのような要因によって変化するかを理解することを目的に、緯度や高度の異なる様々な地点で雪氷藻類やバクテリアの調査を行い、地点間で比較を行った。その結果、氷床の北西部と南西部では、氷河上の微生物量と微生物相に大きな違いがあることが明らかになった。これらの地域差の原因について議論する。

PROBING FOR HYDROCARBON DEGRADATION GENES IN DRILLING FLUID IN THE
DEEPEST BOREHOLE AT VOSTOK, EAST ANTARCTICA AS AN EXTREME ICY
ECONICHE

Irina Alekhina¹, Jean Robert Petit² and Sergey Bulat¹

¹ OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS, Leningrad region, Gatchina, 188300 Russia

² Laboratory of Glaciology and Geophysics of Environment, CNRS-UJF, 54, rue Moliere,
Grenoble, 38402 France

PCR-based approach was implemented to specifically monitor hydrocarbon degrading bacteria in Vostok kerosene-based drilling fluid (DF) samples directly collected from the borehole 5G-1 until the depth 3600m and, by this, to assess the DF-containing deepest borehole as a possible extreme econiche established by humans in Antarctic ice. It is assumed to meet there anaerobic (low aerobic) chemoorganotrophic piezophilic psychrophiles which could inhabit this icy environment made of mostly aliphatic hydrocarbons, deeply buried beneath the ice under high pressure and exposed at temperature -20°C and higher for a year-long periods. Two specific gene targets both involved in anaerobic hydrocarbon biodegradation were chosen to test in gene-specific PCR - the BssA encoding benzylsuccinate synthase and BcrA encoding benzoyl-CoA reductase. The corresponding broad-range degenerate primers were designed and optimized in PCR, and expected PCR amplicons were finally generated with DF samples. The presence of such an econiche can be distinctly implacable in searching for life in organic-rich (harsh or toxic) cold environments as existing elsewhere (e.g. on Titan of Saturn) and can pose the environmental issues upon exploring subglacial Antarctic lake environments.

HIDDEN LIFE IN EXTREME SUBGLACIAL LAKE VOSTOK, EAST ANTARCTICA

Sergey Bulat

OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS, Leningrad region, Gatchina, 188300 Russia

The objective was to estimate microbial content of accretion ice originating from frozen water of the subglacial Lake Vostok buried beneath 4-km thick East Antarctic ice sheet with the ultimate goal to discover hidden life in this extreme icy environment. As a result, the DNA study constrained by Ancient DNA research criteria along with cell enumeration by flow cytometry pointed out that the accretion ice contains the very low microbial biomass, thus, leaving the question of whether life exists in subglacial Lake Vostok open. Up to now, the only ice containing mica-clay inclusions allowed the detection of unusual gas content and recovery of a few bacterial phylotypes all passing contaminant controls. The latter included the well-known chemolithoautotrophic (expected) thermophile (unexpected). In contrast, the deeper accretion ice with no sediment presence and gas content close to detection limit until now gave no reliable signals. Since subglacial Antarctic lake environments are thought to analogues for extraterrestrial icy environments, their ability to support microbial life is willingly considered unquestionable. However, amongst them the Lake Vostok can be viewed as the only extremely low biomass giant aquatic system on the Earth exploration of which is highly prone to forward-contamination.

南極の細菌ゲノム研究

柳原克彦（情報・システム研究機構／新領域融合研究センター）、
馬場知哉（情報・システム研究機構／新領域融合研究センター）、
仁木宏典（情報・システム研究機構／国立遺伝学研究所）

Genome Analysis of Antarctic Bacteria

Katsuhiko Yanagihara (Res. Org. Inf. Syst. / Trans. Res. Integ. Cent.),
Tomoya Baba (Res. Org. Inf. Syst. / Trans. Res. Integ. Cent.),
Hironori Niki (Res. Org. Inf. Syst. / Nat. Inst. Genet.)

The interaction between life and the surrounding environment should have great impact on the evolution and the diversity of life. “Environmental and Genetical Approach for Life on Earth (EAGLE)” project integrates researches on geoscience, bioscience and informatics in order to understand the life system on the earth. The Transdisciplinary Research Integration Center is responsible for EAGLE project, collaborating with the National Institute of Polar Research, the National Institute of Genetics, the Institute of Statistical Mathematics and the National Institute of Informatics, and several universities. We are currently developing technologies of gene or genome analysis for Antarctic Bacteria. We established the technique of 16S rDNA analysis from single cells isolated by Laser Microdissection and applied it for identification of some bacteria cells in Antarctica iceberg. We are also attempting genome analysis of bacteria living in Antarctic lake. Our final goal is genome analysis of single cells which are unculturable or confined in the ice core of the Antarctica, estimated about 800,000 year's old.

地球環境と生命活動の相互作用を調べることは、生物の進化や多様性を知る上で非常に重要であり、その目的で EAGLE プロジェクトは、過去から現在までの地球環境の変動の解析データと各時代に生存していた生物学的解析データを融合し、情報学的な解析を行うことを目指している。新領域融合研究センターでは本プロジェクトの推進のために、国立極地研究所が保有している南極の様々な試料から、国立遺伝学研究所でのゲノム情報解析と、統計数理研究所の統計解析技術や国立情報学研究所のデータベース技術、さらにプロジェクト参加大学が得意とする各専門分野のネットワーク研究により、生物の時間的な変遷と環境適応システムの解明に取り組んでいる。現在我々は、希少な試料から遺伝情報を抽出するための DNA 解析技術の開発を中心に行っており、レーザーマイクロダイセクション法による1細胞からの 16S rDNA の解析技術の確立とそれを用いた氷山氷中の細菌の同定に成功した。また、南極の湖に生息する細菌のゲノム解析も試みており、究極的には1細胞からのゲノム解析、すなわち難培養性あるいは約80万年前の南極アイスコア氷中の細胞などのゲノム解析を目指した技術開発に関する発表を行う。

一括学習型自己組織化地図法(Batch Learning Self-Organizing Map: BLSOM)による
環境メタゲノム解析で得られたリボソーム DNA 以外の
DNA 配列に対する由来ゲノム推定法の開発

Phylogenetic characterization of non-rRNA sequences from uncultured environmental
microbe mixtures on the basis of Batch Learning Self-Organizing Map (BLSOM).

阿部貴志 (長浜バイオ大学)、菅原秀明 (遺伝研),
金谷重彦 (奈良先端大), 池村淑道 (長浜バイオ大学)
Takashi Abe¹, Hideaki Sugawara², Shigehiko Kanaya³, Toshimichi Ikemura¹
¹Nagahama Institute of Bio-Science and Technology, ²NIG, ³NAIST

Metagenome analyses, which consist of shotgun sequencing of mixed genomes from environmental microorganisms, have been developed to search for novel and useful genes from poorly-characterized microorganisms, such as unculturable species, and to study microbial diversity in a wide variety of environments.

We previously developed a Batch-Learning SOM (BLSOM) for genome informatics, which does not depend on the order of data input (1-2). Here we used BLSOM as a novel bioinformatics strategy to reveal and visualize microbial diversity and relative abundance of microorganisms within an environmental sample (3). We first constructed a BLSOM of tetranucleotide frequency in 5-kb sequence fragments from all species-known prokaryotes. The sequences could be classified primarily according to 28 major phylogenetic groups without any species information, showing that the BLSOM is a powerful tool for phylogenetic classification of genomic sequence fragments. Because the method does not require orthologous sequence sets, this is most useful for classification of sequence fragments obtained from mixed genomes of environmental novel microorganisms. With the BLSOM, a large portion of genomic fragments (> 1 kb) in the database that were derived from unidentified and uncultured bacteria, as well as viruses, were classified into major phylogenetic groups. The present method could provide a new systematic strategy for revealing microbial diversity including those of uncultured microorganisms in a variety of extreme environmental and clinical samples. (1) Kanaya et al., *Gene*, 276, 89-99, 2001. (2) Abe et al., *Genome Research*, 13, 693-702, 2003. (2) Abe et al., *DNA Research*, 12, 281-290, 2005.

南極に生息する線虫の比較ゲノム解析研究
 鹿児島 浩、小原 雄治(国立遺伝学研究所)

Comparative genomic analysis of the nematodes in Antarctica
Hiroshi KAGOSHIMA, Yuji KOHARA (National Institute of Genetics)

Antarctica is an extreme environment for life. There, low temperature and lack of liquid water severely restrict biological activities. Nematodes are the exceptional multicellular organisms which can inhabit the Antarctic environment. The aim of this project is to elucidate the molecular and genetic mechanisms of nematodes to adapt to the Antarctic environment.

We took two approaches for this project: 1. the establishment of molecular taxonomy of Antarctic nematodes, 2. comparative expression analysis between the Antarctic nematode, *Panagrolaimus davidi*, and the model nematode, *Caenorhabditis elegans*. 1. To work on Antarctic nematodes, we first tried to identify wild isolates of nematode, because very limited molecular information is available for Antarctic nematodes. We successfully established a method to obtain 18S and 26S rRNA gene sequences from single wild nematodes for molecular phylogenetic analysis, in collaboration with Drs. Convey¹, Maslen¹ and Kito². We are currently re-evaluating the taxonomy of Antarctic nematodes based on morphological classification by the taxonomy based on the nucleotide sequences. 2. For the second approach, we have analyzed 10,000 cDNA sequences of *P. davidi* in collaboration with Dr. Wharton³. The comparison of the expression profiles in *P. davidi* and *C. elegans* illuminated the possibility that the difference between the two reflects their life styles. *P. davidi* expressed higher level of stress response genes, such as cold shock response gene (*cey-2*), heat resistant gene (*lea-1*). We are particularly interested in *lea-1* gene and examining biochemical properties of the gene product.

(collaborators: ¹ British Antarctic Survey, UK, ² Sapporo Medical University, Japan, ³ University of Otago, New Zealand)

南極大陸は、生命にとって必要不可欠の要素である水と温度が極度に制限された極限環境である。本研究では、南極大陸に生息できる数少ない多細胞動物の一つである線虫を材料として、この生物の極限環境への適応戦略を明らかにすることを目標とした。このために、南極環境に適応した線虫同士の、またこれらと温暖環境に生息する線虫との、ゲノム配列、mRNA の発現強度などの比較から、これらの種間の差異を遺伝子レベルで明らかにする比較ゲノム的手法を用いて研究を行った。本研究により、線虫の高度な凍結、乾燥耐性の分子機構を明らかにすると共に、さらに有用遺伝子の分離とその応用も目指したいと考えている。

我々は、札幌医科大学の鬼頭研二博士、英国 British Antarctic Survey の Convey 博士、Maslen 博士と共同研究を進め、南極線虫の網羅的な形態分類、分子系統解析を行った。この過程で、これまで正確な配列情報の取得の障害となっていた線虫からの DNA の抽出、PCR 増幅などの技術を改良し、1塩基の相違を検出することが可能な配列決定法を確立した。これによって形態的に非常に類似した線虫を、遺伝子配列から容易に、かつ正確な分類が可能となった。さらにニュージーランド、オタゴ大学の Wharton 博士との共同研究により、凍結、乾燥に対し強い耐性を持つ *Panagrolaimus davidi* の cDNA ライブラリを作成し、1万クローンの配列解析を行った。この結果、南極線虫 *P. davidi* は温帯に生息するモデル線虫 *Caenorhabditis elegans* とは大きく異なる遺伝子発現プロファイルを持つことが明らかになった。現在、この中で見出された乾燥、熱耐性遺伝子 *lea-1* (late embryo abundant) に注目し、遺伝子機能の解析を進めている。

南極すりばち池堆積物におけるアンモニア酸化酵素遺伝子の系統学的多様性

Phylogenetic diversity of ammonia monooxygenase genes in sediment of Suribati Ike, Antarctica

金子 亮 (新領域融合研究センター・国立極地研究所)、

伊村 智 (国立極地研究所)、瀬戸 浩二 (島根大学)、神田 啓史 (国立極地研究所)

Ryo Kaneko (TRIC・NIPR),

Satoshi Imura (NIPR), Koji Seto (Shimane Univ.), Hiroshi Kanda (NIPR)

Ammonia oxidation, the microbial oxidation of ammonia (NH_3) to nitrite (NO_2^-), is an important part of the nitrogen cycle in aquatic and terrestrial ecosystems of Antarctica, yet only few studies have examined the diversity and habitat of ammonia-oxidizing prokaryotes (AOPs). In this study, we report the phylogenetic diversity of the genes for AOPs-specific enzyme, namely ammonia monooxygenase α -subunit (*amoA*) in sediment of the hypersaline meromictic lake, Suribati Ike (Skarvsnes, Soya Coast, East Antarctica). The genomic DNAs were extracted from 11 vertical sections of sediment core (63 m long) to amplify *amoA* genes by the polymerase chain reaction. Only archaeal *amoA* gene sequences were detected from deeper layer of sediment, and these genes were affiliated with of unidentified Crenarchaeal *amoA* genes. This result suggested that only archaea perform ammonia oxidation in low-temperature/hypersaline environment.

アンモニア酸化細菌は南極域生態系の窒素循環に対して重要な役割を担っているが、その系統学的多様性やハビタットはほとんど研究されていない。本研究では南極の高塩分部分循環湖の堆積物中におけるアンモニア酸化指標遺伝子、すなわちアンモニアモノオキシゲナーゼ遺伝子 (*amoA* 遺伝子) の多様性と鉛直分布を報告する。堆積物コア (全長 63 m) から深度別に分取した 11 画分からゲノム DNA を抽出した後、*amoA* 遺伝子の PCR 増幅に供した。堆積物深層からアーキア *amoA* 遺伝子のみが検出され、それらはいずれも未培養のクレンアーキオータ門に属した。この結果により、低温高塩分環境ではアーキアのみがアンモニア酸化反応を行うことが示唆された。

南極スカーレン大池の湖底堆積物コア中の珪藻による

昭和基地周辺の環境変動の推定

Environmental change in the Syowa Station area of Antarctica inferred from diatoms of
Lake Skallen O-ike sediment core

大谷修司（島根大学教育学部）大塚泰介（琵琶湖博物館）、井上源喜
（大妻女子大学）、瀬戸浩二・（島根大学汽水域研究センター）

Ohtani, S. (Shimane University), Ohtsuka, T. (Lake Biwa Museum), Inoue, G.
(Otsuma Women's University), Seto, K. (Shimane University)

Species composition of diatoms in a sediment core from Lake Skallen O-ike was studied in order to infer environmental changes in the Syowa Station area, Antarctica. Sk4C-02 sediment core was composed of cyanobacterial mats (0-127cm), black organic sediments (127-140cm) and clayish sediments (140-367cm). Freshwater species (*Amphora* sp. and *Diadlesmis* sp.) dominated in the depths of 0 cm and 71.3 cm. A brackish water diatom (*Craspedostauros laevisissima*) occurred with freshwater species in the depth of 140.3 cm. Only marine diatoms (e.g. *Diploneis subcincta*, *Amphora marina*) occurred in the depths of 151-363.4 cm. These results suggest that drastic environmental change such as marine to freshwater environments of the lake has been occurred at the depth of approximately 140 cm.

昭和基地周辺の環境変動を推定する目的で、南極スカーレン大池の湖底堆積物コアサンプルの珪藻の種組成をコアの深さごとに行った。使用した堆積物コア（Sk4C-02, 378 cm）は、瀬戸らによって 2004 年 12 月に水深 9.5 m でピストンコアラーによって採取された。表層-127 cm はシアノバクテリア質堆積物、127-140 cm は黒色有機質泥、140-367 cm は粘土性のラミナを伴う堆積物であった。今回は、表層、71.3 cm、140.3 cm、151.8 cm、161.0 cm、250.7 cm、363.4 cm の 7 箇所のコアの深さについて、試料の一部を解凍し、まず珪藻以外の藻類を同定するために、そのまま顕微鏡観察を行った。その後、珪藻を同定するために、殻を過酸化水素水を用いて処理し、ブルーラックスに包埋し顕微鏡観察を行った。

表層と 71.3 cm は藍藻がコアの基質を構成していると考えられたが、ほとんど分解しており、種の同定は不可能であった。淡水産種の *Amphora* sp. や *Diadlesmis* sp. が淡水産緑藻 *Cosmarium clepsydra* と共にいずれの深さにも出現しており、71.3 cm までは現在と同様に淡水環境であったと推察された。140.3 cm で淡水種の *Navicula ectoris* と典型的な汽水種である珪藻 *Craspedostauros laevisissimus* が混在しており、淡水または汽水環境であったことが推察された。粘土性の堆積物である 151.8 cm 以深はいずれも海産種の珪藻(*Diploneis subcincta*, *Amphora marina* 等)しか出現せず、また、出現種についてみるとこれまでに報告された舟底池湖底堆積物中と共通種が多い傾向があった。

以上の結果から、スカーレン大池はかつて海洋環境にあり、140.3 cm の時代に急激に塩分がうすくなり、71.3 cm 以降は淡水環境へと変化したと考えられた。この結果は昨年のも極域生物シンポジウムで井上他が報告した TOC/TN 比、長鎖脂肪酸による結果と一致していた。

Interesting microorganisms in the Antarctica

Tadayuki Imanaka

Department of Biotechnology, College of Life Sciences, Ritsumeikan University, Shiga, Japan,

Email: imanaka@sk.ritsumei.ac.jp

The presenting author had the opportunity to participate in the 46th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE46) from November 28, 2004 to March 24, 2005. During the expedition, a total of 261 water, soil and rock samples were collected from various sites in inland and coastal areas of the continent. Taking into consideration the various environmental conditions from which the samples were obtained, we initially focused on several parameters for screening microorganisms. These include low temperature (psychrotrophs/philes), high salt concentration (halophiles), and low nutrient availability (oligotrophs/philes). Cultivation was performed under both aerobic and anaerobic conditions. At present, from 20 different growth media, we have isolated over 1000 different microorganisms based on growth characteristics, and colony morphology and color. 16S rRNA sequences have been determined for approximately 500 of these strains. A number of strains displayed low sequence similarity, less than 95% identical, to previously characterized bacteria, suggesting that these strains may be representatives of novel genera. A low number of halophilic archaea have also been isolated. We also examined the presence of photosynthetic organisms, and observed photoautotrophic growth from a rock sample. 16S rRNA sequencing indicated that the organism was a cyanobacterium. Several heterotrophic bacteria seemed to grow in a dependent manner along with the cyanobacterium. In the presentation, I will present the latest status of our findings and introduce several examples of the extremophiles from Antarctica.

南極雪試料中の花粉一粒ずつを対象とした DNA 分析

DNA analysis of a single pollen grain from Antarctic snow

中澤文男(国立極地研究所、新領域融合研究センター)、植竹淳(国立極地研究所、
新領域融合研究センター)、神田啓史(国立極地研究所)

Fumio Nakazawa (National Institute of Polar Research, Transdisciplinary Research Integration Center), Jun Uetake (National Institute of Polar Research, Transdisciplinary Research Integration Center), Hiroshi Kanda (National Institute of Polar Research)

本研究では、南極雪試料に含まれる花粉一粒ずつを対象とした DNA 分析を試みた。花粉の DNA 分析により種が同定できれば、その植物の分布域を調べることにより、南極に飛来する花粉の起源を推定できる可能性がある。しかしながら、南極雪氷中の花粉については研究例が少なく、花粉の濃度や組成についてはほとんど知られていない。そこで、南極の 3 地点で採取した雪試料について花粉の濃度と組成を調べた。結果は、花粉濃度が 0.18~1.2 粒/kg の値をとり、その組成はマツ属花粉が最も多く 50~100% を占めた。したがって、DNA 分析はマツ属花粉を対象とした。本研究では、葉緑体 DNA 上の遺伝子領域: *rbcL* 遺伝子 (1331bp) と *rpl20-rps18* スペーサー領域 (576bp) をポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) によって増幅し、DNA 塩基配列を読みとることで種の決定を試みた。マツ (*Pinus resinosa*) の雄花から直接花粉を採取し PCR をおこなったところ、成功率は *rbcL* 遺伝子で 33.3%、*rpl20-rps18* スペーサー領域では 75.0% であった。DNA 増幅の対象領域が短くなると成功率が高くなる結果となった。次に、南極雪試料から花粉 7 粒を抽出し、*rpl20-rps18* スペーサー領域の PCR をおこなったが成功には至らなかった。雪試料に含まれる花粉は飛散後数年以内の時間を経ていると予想される。そのため DNA の分解が生じている可能性が考えられた。現在は、200 bp 程度の領域を対象とした DNA 増幅に取り組んでおり、発表当日はその結果についても報告する。

This study carried out DNA analysis of a single pollen grain from Antarctic snow. It may allow identification of pollen species and definition of pollen provenance from distribution of the pollen source plants. However, little is known about the pollen concentration and composition in Antarctic snow. This study consequently examined snow samples obtained from three sites in Antarctica to reveal them. The results showed that the pollen concentrations ranged 0.18-1.2 grains/kg. The compositions revealed that *Pinus* pollen was a major component and represented 50-100%. Therefore, we used *Pinus* pollen for the analysis. Two regions: *rbcL* gene (1331bp) and the spacer region between *rpl20* and *rps18* (576 bp) in the chloroplast genome were amplified by the polymerase chain reaction (PCR) and sequenced to identify the species. The rates of success during amplifications from the extant pollen of *Pinus resinosa* that were directly collected from the male flowers were 33.3% for *rbcL* and 75.0% for *rpl20-rps18*, respectively. Higher success rate associated with amplification of shorter fragment was observed. Next, the amplification for *rpl20-rps18* was attempted on 7 *Pinus* pollen grains from Antarctic snow samples but no success was achieved. It was presumed that the pollen samples were less than a few years old. Therefore, DNA decomposition in the pollen grains would seem to explain the result. PCR amplifications of short fragments (around 200 bp) are currently examined. This result would be also shown.

北極陸上試料から単離した芽胞形成中度好塩菌
 Spore forming halophilic bacteria isolated from Arctic terrains

幸村基世（広島生物圏），長沼 毅（広島生物圏），幸島司郎（京大野生生物），
 植竹 淳（極地研），神田啓史（極地研）

Kise Yukimura (Hiroshima Univ.), Takeshi Naganuma (Hiroshima Univ.), Shiro Kohsima (Kyoto Univ.),
 Jun Uetake (NIPR), Hiroshi Kanda (NIPR)

Abstract

Living organisms in arctic environments such as Greenland have to deal with unfavourable life conditions, including extremes of low temperatures, dryness, and lack of nutrients. The different ways of how bacteria resist to these stresses are largely unknown. In one of the strategies to which bacteria that live in extreme environments known well, there is a spore forming. And halophilic bacterium has often resistant for dryness because high salinity looks alike to dryness meaning that the water activity is low for organisms. To isolate spore forming halophilic bacteria, we hearting sample of into saline liquid medium in 10 min at 80 °C. We isolated several strains from Arctic terrains samples of corrected in Greenland in 2007. Identification based on 16S rRNA gene sequence revealed that closest genus of organisms were *Bacillus*, *Paucusalibacil*, *Virgibacillus* and *Gracillibacillus*. These all isolates be able to form spore. Spore has resistant for heat, radiation and chemicals and for spore killing by these agents and able to growth again when environment condition is good for organisms. Moreover, Almost halophilic and halotolerant bacteria produce compatible solutes such as ectoin for control osmotic presser. One part of bacteria living in desert uses these strategies to resist many stresses in Arctic.

要旨

北極域は低温・乾燥・貧栄養といった，生物の生育にとって厳しい環境である。しかし北極域の氷河や土壌試料から，多様な種のバクテリアが単離されており，これらの菌は様々な戦略によってこれらのストレスに適応していると考えられているが，その機構は未だによくわかっていないものが多い。よく知られているこれらのストレス耐性機構に芽胞とよばれる分化細胞を形成が挙げられる。今回は 2007 年に行われたグリーンランド調査で得られた，岩石・泥・植物などの陸上試料から，芽胞形成性の特に好塩菌を対象を絞り，単離・培養を試みた。まず試料を液体培地に加えたのち 80℃10 分加熱することで，耐熱性を持つ芽胞のみを残し，その後集積培養を室温で 2 週間行った。集積培養後，寒天培地に塗布し，生じたコロニーをひろい，画線培養を繰り返して単一株になるまで分離した。得られた株について 16S rRNA 遺伝子解析による種の同定を行ったところ，*Paucusalibacil*, *Bacillus*, *Virgibacillus*, *Gracillibacillus* に近縁であることがわかった。

山岳氷河のアイスコア中に含まれる固体粒子の特性

石田依子, 竹内望 (千葉大学), 李忠勤 (中国科学院 天山氷川観測試験所)

Characteristics of impurities in ice cores drilled on the mountain glaciers

Yoriko ISHIDA, Nozomu Takeuchi (Chiba University),

Zhongqin Li (Tianshan Glaciological Station)

Ice cores drilled in polar regions and high mountains contain various information of past climate and environment. Insoluble particles in an ice core are commonly analyzed as a proxy of variation in mineral dusts in the atmosphere. However, recent studies have revealed that insoluble particles on glacial surface are derived not only from windblown mineral dust, but also from pollens of vegetation surrounding the glacier and microorganisms growing on the glacial surface. We microscopically analyzed insoluble particles in some ice cores drilled on the Asian mountain glaciers. We distinguished different morphological particles in ice cores and quantified them separately. Results showed that the insoluble particles in ice cores consisted mainly of mineral particles, amorphous organic particles, pollen, and microorganisms. Mineral particles were the most dominant: approximately 70 percent of total particles, and amorphous organic particles were the second dominant: approximately 30 percent of the total. The annual variation in the particles in an ice core for last 8 years differed between mineral and amorphous organic particles. The mineral particles are likely to be derived from deserts and moraines surrounding the glacier, while the amorphous organic particles may be derived from microorganisms growing on the glacial surface.

極地や高山地域にある氷河から掘削されたアイスコア中には、様々なサイズの固体微粒子が含まれており、それらは陸上から風によって運ばれ氷河上に堆積した風成塵（ダスト）であると考えられている。しかし、山岳氷河から掘削されたアイスコアには、風成塵として氷河上に堆積した鉱物粒子だけでなく、花粉や微生物など様々な種類の固体粒子が含まれていることが明らかになってきた。本研究では、アジアの山岳氷河で掘削されたアイスコア中に含まれる固体粒子の顕微鏡観察を行った。その結果、アイスコア中には主に、鉱物粒子と不定形の粒子が含まれていた。それぞれを定量した結果、鉱物粒子は全体の約7割、不定形の粒子は全体の約3割を占めていた。これらの年変動を求めた結果、両者は異なる変動を示した。鉱物粒子は氷河周辺の砂漠などから風によって飛来したものと考えられるが、不定形の粒子は有機物であり、この有機物は氷河上の微生物によって形成された可能性があることがわかった。したがって、アイスコア中の固体粒子は、単に鉱物粒子などの風成塵の指標となるだけでなく、氷河上の微生物活動などに関わる環境情報をもっている可能性が考えられる。

祁連山脈チーイー氷河に生息するクマムシ

高木 裕, 竹内 望 (千葉大学)

Tardigrada on the Qiyi Glacier in the Qilian Mountains, western China

Yuu Takagi, Nozomu Takeuchi (Chiba University)

Tardigrada are micro-animals living in various environments, such as ocean, lake, and soil from tropic to polar regions. They also inhabit on ice of glaciers, however, taxonomical and ecological information of tardigrada on glaciers is still limited. We investigated tardigrada on a Tibetan Glacier, the Qiyi Glacier located in the Qilian Mountains in western China. We analyzed population density and body size of them in surface ice samples collected in several sites on the glacier. The body size ranged from 40.1 to 646 μm . Population density on the glacier ranged from 0 to 56,939 per square meter. There was no significant difference of population density among the collected sites.

クマムシとは緩歩動物門に属する生物で、海水中、苔の中や土壌など世界中に幅広く分布している。クマムシは驚異的な耐久力を持ち、極限環境に強い生物としても知られている。0°Cを下回る極限環境である氷河の上にもクマムシは生息している。近年世界各地の氷河が縮小傾向にあることが報告されているが、このような氷河の変化はクマムシなどの氷河上に生息する生物に大きな影響を与えると考えられる。しかしながら氷河上のクマムシについては、北極の氷河でわずかな報告があるだけで、その分類、生態についてはほとんどわかっていない。本研究では中国西部、祁連山脈のチーイー氷河のクマムシについて、表面氷のサンプルを用いて個体密度、分布、体長の分析を行った。チーイー氷河は、標高 5000m~4200m を流れる氷河で、本研究ではその中で標高の異なる 5 サイトから得られた合計 25 個のサンプルの分析を行った。チーイー氷河のクマムシの体長は最少で 40.1 μm 、最大で 646.0 μm 、平均で 299.0 \pm 4.5 μm であった。個体密度は 0-56,939 匹/m² で、氷河全体の平均で、7817 匹/m² であった。個体密度のサイトによる違いに有意差はなかった。

アジアの氷河表面の不純物の Sr, Nd 同位体比

永塚 尚子・竹内 望（千葉大学大学院理学研究科）・中野 孝教（地球研）

Variations in Sr, Nd isotopic ratio of surface dust on Asian glaciers

Naoko Nagatsuka, Nozomu Takeuchi (Chiba University), Takanori Nakano (Research Institute for Humanity and Nature)

Snow and ice on glaciers contain various impurities, such as soluble ions, mineral particles and microbes. These impurities can reduce surface albedo and affect melting of glaciers, and also can be used in ice core studies as an indicator of past environment. Thus, it is important to understand how these impurities were supplied on glaciers. Stable isotopic ratios of Sr and Nd provide a means of identifying sources of substances and have been commonly used in loess or sediment studies. In this study, we analyzed Sr and Nd isotopic ratio of the surface dust collected from four mountain glaciers that were located geographically different regions in Asia. The surface dusts were chemically separated into 5 substances with different acids (4 minerals and organic matter) and isotopic ratios of the each substance were measured. Variations in the isotopic ratios are discussed in terms of sources of each mineral and biological process on the glaciers.

Microscopic observations revealed that the surface dust consisted of mineral particles and organic matters derived from glacial organisms. The Sr and Nd isotopic ratios in HCl-residual fractions of the surface dust varied among glaciers and were closed to the ratio that have been reported in loess, desert sand, or river sediments around each glacier. This suggests that the isotopic ratios reflect the sources of the mineral particles around glaciers. The Sr isotopic ratios of organic matter in the surface dust also varied among the glaciers, and are likely to reflect the minerals used by glacial microbes as nutrients.

氷河上には雪や氷だけでなく、鉱物粒子など様々な不純物が存在する。これらの不純物は、氷河表面に蓄積すると表面のアルベドを低下させて氷河の融解を促進させる効果があり、また、過去環境を復元するアイスコアの分析にも利用され、その供給源を特定することは、非常に重要である。物質の供給源を特定する手段のひとつ、Sr、Nd 同位体比を用いた方法は、同位体比が地質起源ごとに大きく異なるという性質を利用したもので、主に海底コアやレスなどの研究で利用されているが、氷河上の不純物に応用された例はまだ少なく、特に山岳氷河においては全くない。これらの同位体比はまた、氷河上に生息する雪氷生物の理解にも役立つ可能性がある。本研究では、アジア高山域の、地理的に離れた4つの異なる氷河（天山、アルタイ、祁連山、ヒマラヤ）の不純物を化学的に5つの成分（4つの鉱物と有機物）に分離して、各氷河、各物質の Sr、Nd 同位体比の特徴を明らかにすることを目的とした。各氷河と物質の同位体比を決める要因を、鉱物の種類、供給源の違い、および、氷河上の生物活動に注目して考察した。

顕微鏡観察から、各氷河の固体不純物は鉱物粒子と有機物粒子で構成されていることが明らかになった。鉱物粒子は主に風によって運ばれた風成塵、有機物粒子は雪氷生物に由来するものと考えられる。

ウルムチ No.1 氷河上の不純物の Sr 同位体比は、氷河周辺の土壌、基盤岩とは大きく異なる値を示した。また、氷河周辺地域のレスや砂漠の砂の値に近くなった。このことから、不純物は土壌や基盤岩とは全く異なる、砂塵起源のものであると考えられる。

各不純物の塩酸抽出残留物の Sr-Nd 同位体比は、緯度が高い氷河ほど Sr 同位体比が低くて Nd 同位体比が高いという傾向を示した。また、その同位体比は、それぞれの氷河周辺のレスや砂漠の砂や河川堆積物の値に近い値を示した。したがって、各氷河のケイ酸塩鉱物（塩酸抽出残留物）は、氷河周辺から供給された風成塵であり、その Sr-Nd 同位体比はその供給源の同位体比を示していると考えられる。水抽出物、酢酸抽出物、塩酸抽出物の Sr、Nd 同位体比も、それぞれの氷河によって異なる値を示した。水抽出物と酢酸抽出物は氷河周辺の蒸発岩などの塩類鉱物および炭酸塩鉱物、塩酸抽出物は各氷河で異なるリン酸塩鉱物の起源の同位体比を反映していると考えられる。

各氷河の不純物の過酸化水素抽出物の Sr 同位体比は、中国の二つの氷河で低く、ヒマラヤ・アルタイの氷河で比較的高い値をとった。氷河上の有機物は雪氷微生物の生産物と考えられることから、この同位体比の違いは、藻類が利用した栄養塩（Ca）源の鉱物の値を示していると考えられる。

以上のことから、氷河上不純物のこれらの同位体比は、アジアの高山域の氷河上の不純物の供給源特定、及び、雪氷生物の生態の理解に有効であるということがわかった。

チリ・モチヨ氷河における雪氷微生物の高度分布

Altitudinal distribution of microorganisms in the Mocho Glacier in Chile.

吉村義隆（玉川大学）、瀬川高弘（極地研）、田口幸広、飯田隆之（玉川大学）、長沼毅（広島大学）、
ジーノ・カサッサ（CECS）、幸島司郎（京都大学）

Yoshitaka Yoshimura (Tamagawa University), Takahiro Segawa (NIPR), Yukihiro Taguchi (Tamagawa University), Takayuki Iida (Tamagawa University), Takeshi Naganuma (Hiroshima University), Gino Casassa (CECS, Chile), Shiro Kohshima (Kyoto University)

In order to know the potential use of microorganisms for ice core analyses, microbial communities in the Mocho Glacier in Chile were studied using both culture dependent and independent (DGGE) methods. Both methods showed altitudinal changes of microbial flora, which could be useful for the ice core analyses. Physiological characteristics of an isolated bacterium, genus *Hymenobacter* were compared with those of an isolate from Kuranosuke snow patch. Although these strains showed high similarity (> 99 %) in 16S rDNA sequences, the physiological properties were slightly different. The microbial diversities in geographically distant snow environments were discussed.

近年、世界各地の氷河から、雪氷微生物群集に関する報告がなされてきている。南半球の南米大陸の氷河にもバクテリアや藻類を中心とした雪氷微生物群集が生息しているが、その研究例は極めて少ない。涵養域の氷河微生物群集は、増殖後、積雪によって氷河氷体内に保存されるため低緯度温暖氷河のアイスコア解析において、環境指標になると考えられている。また、氷河微生物群集は、南極のアイスコア中に保存されている微生物の起源の一つとしても考えられ、南半球と北半球の雪氷微生物群集を比較することにより氷床アイスコア解析に有益な情報が得られると考えられる。本研究では、チリ・モチヨ氷河の雪氷微生物群集について、培養法および DGGE 法によって氷河上における高度分布を明らかにし、モチヨ氷河におけるアイスコア解析の可能性について検討した。また、分離株のうち *Hymenobacter* 属のバクテリアについては、近縁種と思われる北アルプス・内蔵助雪溪からの分離株と共に、生理学的性質などを詳しく調べた。これらの株は 16SrDNA 塩基配列は、99%の高い相同性を示していたが、生理学的性質は若干の相違が見られた。南北半球間での相違について考察した。

南部マリアナトラフ海底熱水域の微生物群集

Microbial community at deep-sea hydrothermal area in South Mariana Trough

加藤真悟、横堀伸一、山岸明彦(東京薬大・生命科学)

Shingo Kato, Shin-ichi Yokobori, & Akihiko Yamagishi

(Sch. Life Sci., Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.)

The deep-sea hydrothermal vent area is rich in reduced compounds that are provided by heated water from hydrothermal vents. Various microorganisms exist in such area by utilizing such reduced compounds. It has been suggested that the environment of such area might be similar to be the environment where early lives existed.

Bacterial and archaeal communities in sulfide structures at four hydrothermal fields, on- and off-axis of the back-arc spreading center in the southern Mariana Trough, were investigated by culture-independent methods. The abundance of microbes in the sulfide samples was determined by analyses of total organic content, enzymatic activity, and copy number of the 16S rRNA gene. The results indicated that microbes were more abundant in the exterior part than in the interior part of the sulfide structures. Phylotypes related to epsilon-proteobacteria, *Desulfobulbaceae* in the delta-proteobacteria, and hyperthermophilic archaea were abundant in the clone libraries of the active chimneys. In contrast, the detection frequencies of these sequences were extremely low in the clone libraries of the inactive chimneys. A small fraction of operational taxonomic units were shared between the two communities in the active and inactive vent samples. The results suggested that the microbial communities in the inactive chimneys were significantly different from those in the active chimneys. The deepest lineage of archaeal 16S rRNA genes in the phylogenetic tree was detected in one of the sulfide samples.

南極コケ坊主におけるシアノバクテリアおよびプロテオバクテリアの
炭酸固定酵素 (RuBisCO) 遺伝子の多様性
Genetic diversity of cyano- / proteobacterial RuBisCO in an Antarctic moss pillar

中井亮佑 (広島大)、長沼毅 (広島大)、鹿児島浩 (遺伝研)、仁木宏典 (遺伝研)、
小原雄治 (遺伝研)、伊村智 (極地研)、神田啓史 (極地研)、柳原克彦 (新領域融合)、
馬場知哉 (新領域融合)、阿部貴志 (長浜バイオ大)

Ryosuke Nakai (Hiroshima Univ.), Takeshi Naganuma (Hiroshima Univ.),
Hiroshi Kagoshima (Nat. Inst. Genetics.), Hironori Niki (NIG), Yuji Kohara (NIG),
Satoshi Imura (NIPR), Hiroshi Kanda (NIPR), Katsuhiko Yanagihara (Trans. Res. Integ. Cent.),
Tomoya Baba (TRIC), Takashi Abe (Nagahamabaio Univ.)

Abstract

An Antarctic moss pillar is a mini-ecological complex system composed of aquatic mosses (*Bryum* sp. and *Leptobryum* sp). The pillar forms oxidizing exterior and reducing interior with a redox gradient and boundary. We reported last year the eubacterial, cyanobacterial, and eukaryal SSU rRNA genotypes in a whole moss pillar. However, the sequence of rRNA genes alone does not provide direct information about the metabolic capabilities of the cell. We have attempted show the genetic diversity of cyano- / proteobacterial RuBisCO in a moss pillar by using a molecular approach. We subsampled a whole moss pillar from the Hotoke-ike in the Skarvsnes area by cutting into each of outer and inner 7 sections (resulted 14 sections). Bulk DNA of each section was obtained by bead-beating method and purified. The RuBisCO genes that encode form IA and IB large subunits were amplified by PCR and cloned. Total 14 PCR clone libraries of each section were constructed, and 65 clones from each library (totally 910 clones) were randomly selected and sequenced. Here we will report those data and discuss the potential role of microorganisms co-existing in moss pillar for material cycling.

要旨

南極コケ坊主は、水生蘚類の *Bryum* sp. と *Leptobryum* sp. を主とする生物群集で、酸化的な外層と還元的な内層の二層構造が酸化還元勾配を形成する。われわれはこれまでに、16S/18S rRNA 遺伝子の多様性解析により、コケ坊主内外上下の微生物種組成を明らかにしてきた。しかしながら、rRNA 遺伝子に基づいた系統解析のみでは、微生物の機能を知ることは困難である。そこで、本研究では、スカルプスネス地域のほとけ池から採取したコケ坊主について、分子生物学的手法を用い、シアノバクテリアおよびプロテオバクテリアの炭酸固定酵素 (RuBisCO) 遺伝子を標的とした多様性解析を試みた。コケ坊主の内外上下 14 部位から抽出・精製した混合ゲノム DNA を基にし、IA (プロテオバクテリア) および IB 型 (シアノバクテリア) の大サブユニットをコードする RuBisCO 遺伝子を PCR によって増幅させた。そして、PCR クローンライブラリーを構築し (計 14 組)、各ライブラリーから 65 クローンを無作為に選び、総計 910 クローンについて塩基配列を決定した。本発表では、その系統解析結果を報告し、コケ坊主に共在する微生物が物質循環に寄与する可能性を論じる。

極地蘚類における 3D 画像解析と全ゲノム計画

3D image analysis and genome plan in Polar regions *Bryophyta*

小林悟志¹, 神田啓史², 藤山秋佐夫³・¹新領域融合研究センター, ²国立極地研究所 極域観測系, ³国立情報学研究所 プリンシプル研究系

Satoshi Kobayashi¹, Hiroshi Kanda², Asao Fujiyama³・¹Transdisciplinary Research Integration Center, ²Division for Polar Research, National Institute of Polar Research, ³Principles of Informatics Research Division, National Institute of Informatics.

National Institute of Polar Research makes specimens of stored Antarctic *Bryophyta* a data base, it discloses on the Web site, and the photograph data is increasing, too. To measure the enhancement of the data base in addition, our research advances making of Antarctic *Bryophyta* 3D. Dry specimens of all the moss species (7 Genera; 11 species) distributed around Showa station are made 3D now. Moreover, making to 3D was advanced to the frozen specimen, and the mosses from the Antarctica in the state to live were able to be confirmed by 3D.

In addition, this research advances the genome plan of *Bryopsida*, and aims at the construction of the data base that integrates the collection data and the genome data together with 3D of *Bryopsida* in the future.

国立極地研究所では収蔵している南極産蘚苔類の標本をデータベース化して Web サイト上で公開しており、写真データも増えつつある。我々の研究ではさらにデータベースの充実化を計るために、デジタルマイクロスコープで南極産蘚苔類を撮影し 3D 化を進めている。現在、昭和基地周辺に分布するすべてのコケ類（7 属 11 種）の乾燥標本について、3D 化を行い、冷凍標本についても 3D 化を進めており、生きた状態の南極産コケ類が 3D で確認できるようにした。

さらに、本研究は蘚類のゲノム計画を進めており、将来的には蘚苔類の 3D と合わせて採取データとゲノムデータを統合したデータベースの構築を目指す。

南極氷床を巡る新規生物圏探査計画

Peri-Ice Ecosystem Exploration Project

伊村智(極地研)、杉山 慎(北大低温研)・福井幸太郎(極地研)

Satoshi Imura (NIPR), Shin Sugiyama (ILTS), Kotaro Fukui (NIPR)

As a near-term project in Japanese Antarctic Research Expedition, we will propose “Peri-Ice Ecosystem Exploration Project”. The goal of this project is to understand the hidden biosphere on, in, under and around the continental ice sheet comprehensively. The ground penetrating radar and the thermal or hot water drilling system will be introduced to get the two-dimensional information of the geomorphology of bed rock, water system and microbial ecosystem under the continental ice sheet. The lens-like liquid water system found on or just under the surface of ice sheet during austral summer should be another target of our project, as an unique microbial oasis in Antarctica.

日本南極地域観測第Ⅷ期計画に向けて、「周氷生物圏探査計画」を提唱する。これは、氷床末端、氷床上、氷床下などの境界領域を、氷床を取り巻く自由水環境と位置づけ、そこに存在するであろう生物圏を探索しようとするものである。

露岩域近くの低標高の氷床末端部において、小型の Ground Penetrating Radar を用いて氷床の厚さ、基盤地形、氷床・基盤境界での水の存在を広域にわたって調査する。氷床下への数多くのアクセスホールを掘削するために、サーマルドリルもしくは熱水ドリルを導入し、氷床下水系の水文学的研究、微生物生態系研究を面的に展開する。また、大陸氷床上の氷床表面および直下に夏期に観察されるレンズ状の融水を、局所的な微生物のオアシスとしてとらえ、同様の手法で極限環境生態系の構造解明を目指す。

高緯度北極に生育するコケ植物と維管束植物の化学量論からみた違い
Differences in stoichiometry between bryophytes and vascular plants
in a high Arctic

上野健（融合センター）、大園享司（京大・生態研）、神田啓史（極地研）
Ueno T. (TRIC), Osono T. (CER, Kyoto Univ.) and Kanda H. (NIPR)

Nutrient stoichiometry (especially N : P ratio) in plant tissue is a good tool to detect the nature of nutrient limitation or functional significance of plants. We examined the differences in nutrient stoichiometry (N : P ratio) between bryophytes and vascular plants in a Canadian high Arctic. N : P ratio was significantly lower in bryophytes than vascular plants. Based on this result, we discuss the ecological significance of stoichiometric differences between bryophytes and vascular plants in the high arctic tundra.

植物体に含まれる栄養塩の元素構成比（特に、窒素 N : リン P 比）は、その植物が生育している環境の栄養状態や植物自身の栄養生態を示す指標となることが知られている。よって、これまで多くの陸上生態系において植物体の N : P 比が解析され、その生態学的意義が議論されている。

陸上植物は根系をもつ維管束植物ともたないコケ植物（非維管束植物）に大別され、両方で栄養塩の利用様式が大きく異なる。つまり、維管束植物は地下に伸ばした根系で栄養塩を吸収するのに対し、コケ植物は体の表面全体で吸収する。このことは、維管束植物とコケ植物において、植物体の N : P 比に大きな違いが生じることを予想させる。事実、これまでにコケ植物が植生の主要構成要素となる生態系において、維管束植物とコケ植物の N : P 比を比較した研究がいくつか存在し、両者の間に大きな違いが存在することが報告されている。ところが、これらの報告に一貫した傾向は認められない。植物体の N : P 比は、緯度や気温の高低差などによる大きな地域差があることも知られており、多様な陸上生態系において維管束植物とコケ植物の N : P 比を比較することは、両者の栄養生態の違いを議論する上で重要である。しかしながら、高緯度北極において、維管束植物とコケ植物の N : P 比の比較研究は大幅に不足している。

そこで、本研究では高緯度北極カナダ北極エルズミア島オーブロイヤ湾地域に生育する維管束植物とコケ植物の N : P 比を比較し、まず、維管束植物とコケ植物の違いを浮き彫りにする。そして、本研究で解析したデータと他の陸上生態系で報告されたデータを比較することにより、高緯度北極の地域特性を明らかにする。

ラングホブデ雪鳥沢における地衣類群落
 Lichen communities in Yukidori Valley of Langhovde
 井上正鉄・秋田大学教育文化学部
 Masakane INOUE・Dept. Nat. Env. Sc.,
 Fac. Ed. & Human Studies, Akita Univ.,

Summary) From the 170 phytosociological records in Yukidori Valley of Langhovde in Syowa Station Area, 3 communities and 4 sub-varieties were recognized. Those communities and subcommunities developed under the influence of melting water from ice-tongue, snow drift near each community, topography (ridge or small-scale peak, slope, bottom of the valley; bed rock, debris, gravel), and or enriched nutrients from rookery of snow petrels. Among 27 species recognized from the present phytosociological records, *Buellia frigida* has the highest frequency (72.7%), next *Candelariella flava* (53.5%) and *Rhizoplaca melanophthalma* (35.3%). From the phytogeographical point of view, eleven most species which has a higher frequency consist of 7 endemic element, 3 bipolar element and one cosmopolitan element.

要旨) ラングホブデ雪鳥沢で行われた地衣類の植生調査(170地点、調査面積200 - 400平方cm)の結果に基づいて表操作を行い、以下の3群落4亜群落を識別した。これらは氷舌から供給される融雪水、群落周辺の雪ドリフトの消長、地形要素(尾根・小ピーク・斜面・谷底; 母岩・転石・砂礫地)、ユキドリ集団営巣地由来の富栄養分などの環境要因の影響下で成立している。

1. *Rhizocarpon flavum* - *Buellia subfrigida* comm.

区分種: *Physcia caesia*、構成種: *Umbilicaria aprina*, *Rhizoplaca melanophthalma*

2. *Buellia frigida* - *Candelariella flava* comm..

区分種: *Acarospora gwynii*, *Carbonea capsulata*, *Pseudephebe minuscula*、構成種: *R. melanophthalma*,

2a. *Lecidella siplei* - *pustulate-sorediate* species subcomm.

区分種: *Lecidella siplei*、構成種: *Xanthoria elegans*, *Lecidea andersonii*,

2b. *Usnea sphacelata* subcomm.

区分種: *Usnea sphacelata*、構成種: *Umbilicaria aprina*, *Rhizoplaca melanophthalma*

2c. *Umbilicaria decussata* subcomm.

区分種: *Umbilicaria decussata*、構成種:

2d. 典型亜群落

区分種: 亜群落区分種を欠く、構成種: *L. andersonii*, *X. elegans*, *U. aprina*, *R. melanophthalma*, *A. gwynii*

3. 典型群落

区分種: 1、2群落の区分種を欠く、主な構成種: *L. andersonii*, *X. elegans*, *U. aprina*, *Physcia caesia*

植生調査で認められた27種類の内、出現頻度上位11種は *Buellia frigida* (72.7%), 次いで *Candelariella flava* (53.5%), *Rhizoplaca melanophthalma* (35.3%), *Lecidea andersonii* (31.2%), *Xanthoria elegans* (28.8%), *Umbilicaria aprina* (28.8%), *Lecidella siplei* (24.7%), *Acarospora gwynii* (22.4%), *Pseudephebe minuscula* (21.8%), *Buellia subfrigida* (14.1%), *Rhizocarpon flavum* (13.5%) までの植物地理学的区分の内訳は7固有種、3両極分布種、1汎存種であった。これまでの研究で、大陸沿岸部における地衣類相には南極固有種が大陸内部のそれに比して多いことが指摘されているが、本研究でもそれを裏付ける結果となった。

スピッツベルゲン島ニーオルスン日本基地北側斜面における
2003年から2008年のコケ生息性糸状菌の種構成と分離頻度の変化

Population changes of moss inhabiting fungi at the north side cliff of Japanese Ny-Ålesund observatory, Spitsbergen Island, Norway from 2003 to 2008.

十倉 克幸¹, 東條 元昭¹, 星野 保², 貴田 健一^{1,4}, 神田 啓史³
¹大阪府立大学生命環境科学研究科, ²産業技術総合研究所, ³国立極地研究所
⁴現: クミアイ化学工業株式会社 生物科学研究所

Katsuyuki Tokura¹, Motoaki Tojo¹, Tamotsu Hoshino², Kenichi Kida⁴, and Hiroshi Kanda³

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, Japan; ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan; ³National Institute of Polar Research, Japan, ⁴Present address: Life Science Research Institute, Kumiai Chemical Industry Co., Ltd., Japan

Mosses play an important role as primary producer in Polar Regions. *Pythium* spp. are indigenously habit in moss colonies in Spitsbergen Island, Norway. In our preliminary observation assumed that they actively attack mosses. Purpose of this study was to clarify population changes of *Pythium* spp. in the moss on the Island. Changes of population and species construction of moss inhabiting fungi were investigated in summer seasons in 2003, 2004, 2005, 2006 and 2008 at the north side cliff of Japanese Ny-Ålesund observatory, Spitsbergen Island (78° 55'N, 11° 56'), Norway. Identification of the organs were based on sequences of the internal transcribed spacer (ITS) of the ribosomal DNA and morphological and growth rate studies. Six unidentified species of *Pythium* which tentatively identified as *Pythium* sp. 1, 2, 3, 4, 5 and 6 have been isolated from the moss colonies from 2003 to 2006. Their population changes during 2003 to 2006 has already been reported (Tokura et al. 2007. 30th symposium on Polar Biology). Abstract. In this study, population changes of the *Pythium* sp. 1, 2, 3, 4, 5 and 6 during 2006 to 2008 will be reported.

極地においてコケ類は植生の主要な位置を占めている。*Pythium* 属菌は極地のコケに普遍的に生息する卵菌類であり、コケ類に感染するため、その生存に影響を及ぼしている可能性がある。そこで、ノルウェー領スピッツベルゲン島ニーオルスン日本基地の北側斜面のカギハイゴケ群落に生息する *Pythium* 属菌の分離頻度と種構成の変化について 2003, 2004, 2005, 2006 および 2008 年に調査した。*Pythium* 属菌は素寒天培地や同属菌の選択分離培地を用いて分離した。同定は培養形態と菌糸生育温度および rDNA-ITS 領域の塩基配列に基づいて行なった。その結果、2003 年から 2006 年に *Pythium* sp. 1, 2, 3, 4, 5 および 6 の計 6 つの未同定種が分離された。それらの分離頻度と種構成の変化については、第 30 回極域生物シンポジウムで報告した。ここでは 2006 年から 2008 年におけるこれらの分離頻度の年次変化を菌種ごとに報告する。

高緯度北極ニーオルスンの一次遷移初期における土壌クラストの光合成特性

Photosynthetic characteristics of biological soil crusts in a High Arctic glacier foreland in Ny-Ålesund, Svalbard

吉竹晋平（早稲田大）・内田雅己（極地研）・小泉博（早稲田大）・
神田啓史（極地研）・中坪孝之（広島大）

Shinpei YOSHITAKE (Waseda Univ.), Masaki UCHIDA (NIPR), Hiroshi KOIZUMI (Waseda Univ.), Hiroshi KANDA (NIPR), Takayuki NAKATSUBO (Hiroshima Univ.)

Biological soil crust is a soil-surface community which consists of cyanobacteria, algae, lichen, moss etc. It is known to increase nitrogen available to the ecosystem or stabilize soil moisture. However, there is little information about the effect of biological soil crusts on carbon cycling in the arctic glacier foreland. In this study, we aimed to clarify the photosynthetic characteristics and estimate the production of the biological soil crusts.

Biological soil crusts were collected from a High Arctic glacier foreland in Ny-Ålesund, Svalbard (79°N) in early August 2008. Net photosynthetic (P_n) and dark respiration (R) rates at various temperature (0–20°C), water (20–100% of water holding capacity (WHC)), and light (PPFD; 0–709 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) condition were determined by CO_2 exchange measurement.

The maximum values of P_n and R were observed at about 50%WHC. Both the P_n and R dropped below the detectable limit in a range below about 20%WHC. The P_n decreased with increasing temperature and showed negative values in a range over about 13°C. In contrast, the R increased with increasing temperature and the Q_{10} value of R was 3.1. We constructed a model for estimating the production of biological soil crusts based on the relationships between abiotic factors and P_n and R . The daily net production of biological soil crusts in the growing season of 2008, estimated using temperature, water content, and light condition in the field, was about 0–50 $\text{mg CO}_2\text{-C m}^{-2} \text{day}^{-1}$. It was smaller than those of mosses and lichens in this area (0–751 and 0.95–72 $\text{mg CO}_2\text{-C m}^{-2} \text{day}^{-1}$, respectively) reported in the previous studies. However, since the soil carbon pool and the primary production per area were very small in the early stage of primary succession in the High Arctic glacier foreland, it is likely that the production of the biological soil crusts have great effect on the carbon cycling.

土壌クラストとは、シアノバクテリアや藻類、地衣、コケなどによって地表面に形成される生物群集であり、土壌への窒素供給や水分保持などに重要な役割を果たしていることが知られている。しかし北極の氷河後退域において、この土壌クラストが炭素循環にどのような影響を及ぼしているのかについてはよく分かっていない。そこで本研究では、土壌クラストの光合成特性と生産量を明らかにすることを目的とした。

2008年8月初旬にスピッツベルゲン島・ニーオルスン（79°N）の氷河後退域から土壌クラストを採取し、様々な温度（0–20°C）・水分（最大容水量（WHC）の20–100%）・光（PPFD; 0–709 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ）条件下での純光合成速度（ P_n ）及び暗呼吸速度（ R ）を CO_2 ガス交換法によって測定した。

P_n 、 R はともに50%WHCで最大となり、20%WHCではほぼ0となった。また P_n は温度上昇に伴って減少し、約13°C以上では負の値を示した。一方、 R 値は温度上昇に伴って増加し、その Q_{10} 値は3.1であった。上記の測定から得られた環境要因（水分・温度・光）と CO_2 ガス交換速度（ $P_n \cdot R$ ）間の関係式からモデルを構築し、野外における土壌クラストの水分・温度および光データから2008年の生育期間における日生産量を推定したところ、およそ0–50 $\text{mg CO}_2\text{-C m}^{-2} \text{day}^{-1}$ であった。この値は同じ氷河後退域においてすでに報告のあるコケや地衣の値（0–751 および 0.95–72 $\text{mg CO}_2\text{-C m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ）と比べて小さかった。しかし、氷河後退域の一次遷移初期においては、土壌炭素プールや面積あたりの光合成生産が非常に小さいため、この土壌クラストによる生産は炭素循環に非常に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

南極スカーレン大池の湖底堆積物コアの有機成分による昭和基地周辺の環境変動の推定
 Environmental changes in the Syowa Station area of Antarctica estimated from organic components
 in sediment core from Lake Skallen Oike

井上源喜, 森山貴代 (大妻女大), 田澤知子, 竹村哲雄 (東理大理), 瀬戸浩二 (島根大総合理工),
 渡邊隆広 (東北大理), 中村俊夫 (名大年代測定), 伊村 智, 神田啓史 (極地研)

Genki I. Matsumoto, Takayo Moriyama (Otsuma Women's Univ.), Tomoko Tazawa, Tetsuo Takemura
 (Tokyo Univ. Sci.), Koji Seto (Shimane Univ.), Takahiro Watanabe (Tohoku Univ.),
 Toshio Nakamura (Nagoya Univ.), Satoshi Imura, Hiroshi Kanda (NIPR)

A large number of lakes and ponds are distributed in the ice-free region of the Syowa Station area of Antarctica. Lake Skallen Oike is a freshwater lake located in Soya Coast of East Antarctica. The lake sediments record probably environmental changes in the Syowa Station area. We report here environmental changes in the Syowa Station area inferred from organic components, especially the results of pyrolysis methylation gas chromatography-mass spectrometry, in a sediment core (Sk4C-02, 367 cm) from Lake Skallen Oike. Sk4C-02 sediment core was composed of cyanobacterial mats (0-127 cm), black organic sediments (127-140 cm) and clayish sediments with laminae (140-367 cm). Total organic carbon (TOC) contents in the depths of 0-120 cm were greater than 10%, decreased to the core bottom of less than 0.4%. TOC/TN (total nitrogen) ratios in the depth of 0-140 cm were approximately 10, but in the depths of 150-363 cm were 5-8. Long-chain n-alkanoic acids ($n\text{-C}_{20}$ - $n\text{-C}_{30}$) in the pyrolysis products were abundant in the depths of 0-140 cm, but they were low in the depths of 150-363 cm. Drastic environmental change, such as marine to lacustrine environments of the lake due to warming of the Syowa Station area has been occurred at the depth of approximately 140 cm. AMS dating of ^{14}C revealed that the age of the transition was approximately 3400 yBP calendar year.

南極の昭和基地周辺の露岩域には種々の塩分濃度を有する多数の湖沼が分布する。スカーレン大池は露岩域の低地に位置し、氷床の後退にともなう隆起により、3000年以前に海洋から湖に移り変わり、湖底堆積物にはこれらの変遷過程が記録されていると考えられている(瀬戸ら, 2002)。本研究では、スカーレン大池で掘削された堆積物コア(Sk4C-02, 367 cm)中の有機成分を指標として、昭和基地周辺における環境変動の推定を行った。特に熱分解メチル化ガスクロマトグラフィー・マススペクトロメトリーによる脂肪酸の測定結果を報告する。堆積年代はAMS (^{14}C)により求めた。

Sk4C-02 堆積物コアは、瀬戸らにより2004年12月に水深9.5mでピストンコーラーを用いて採取された。表層-127 cmはシアノバクテリア質泥、127-140 cmは黒色有機質泥、140-367cmは粘土性のラミナを伴う堆積物であった。

全有機炭素(TOC)濃度は表層から120 cmまではほぼ10%以上であったが、これより下層では急激に減少し150 cmよりは2-3%で変動するが、約300 cmからは1%以下になり363 cm付近では0.4%程度まで低下した。全無機炭素もTOC濃度と同様の变化を示した。TOC/TN(全窒素)比は表層から約140 cmまでは10前後であったが、150-363 cmでは5-8に低下した。さらに、表層-約140 cmでは長鎖脂肪酸($n\text{-C}_{20}$ - $n\text{-C}_{30}$)が多く含まれるが、これより深い堆積層では長鎖脂肪酸は急激に減少した。これらの結果より約140 cmより浅い層と、これより深い層では、堆積環境が急激に変化したことが明らかになった。すなわち、昭和基地周辺の温暖化が進行し、約140 cmを境に氷床の後退に伴う隆起により、海成堆積物から湖成堆積物に約3400calyBPに遷移したと考えられる。表層(0-1 cm)の年代はAD1950-1640でリザーバー効果は小さいことが判明した。深度363.4 cmのTOC年代は約8100 calyBPであった。

南極湖沼での長期連続観測から見えてきた湖沼環境の変動性

Long-term monitoring on the limnological parameters in Skarvsnes lakes, East Antarctica

工藤 栄 (極地研・総研大)・田邊優貴子(総研大)

Sakae Kudoh (NIPR/SOKENDAI) and Yukiko Tanabe (SOKENDAI)

Since the 45-th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE), limnological parameters such as water temperature, underwater photosynthetically active radiation (PAR), turbidity and chlorophyll *a* concentration were measured continuously in several lakes in Skarvsnes ice-free area, as one of the long-term monitoring researches. In this report, several limnological properties which were affected biological activity in the Antarctic lakes will be presented.

From the records of water temperature at several depths in lakes, the seasonal change, annual minimum and maximum temperature, as well as vertical mixing and stratification were able to be shown precisely. The water temperature during ice covered period was deeply dependent by the flux of light energy into the lake, which was deeply affected by the existence of snow on the ice in early spring, therefore the timing of the significant temperature rises in the lakes were different from year to year according to the snow condition.

Chlorophyll fluorescence in all lakes took the minimum value in summer when there is no ice cover, and showed bimodal increase during late autumn and early spring under dim light condition. Sudden increase of light flux in early spring and decrease of the fluorescence were frequently observed in all lakes may suggest that the planktonic algae are strong light inhibited organisms in Antarctic lakes as pointed out by several other studies.

第 45 次南極地域観測から、スカルブスネス露岩域にあるいくつかの湖沼で湖沼環境パラメーターの連続観測を長期モニタリング観測項目として実施してきた。本発表ではこれら時間連続データから湖沼の生物に影響を与えるであろう南極湖沼環境の変動実態に関して報告する。

水温記録から、変動幅はおよそ 0 から 10℃の範囲で、最低水温はおおむね 8 月下旬、最高水温は湖面を覆う氷が溶け消失する間際(12 月中・下旬)に記録され、また、湖面が氷で覆われていない期間に鉛直混合が活発であること、氷が湖面を覆った直後から秋季には、いったん冷却された水温が入射光に応じ上昇を見せること、さらに、春季に水温上昇が顕著になるまでは逆成層構造をとって鉛直循環が停止することなどが明らかとなった。光の観測記録をあわせみると、結氷期の水温上昇は湖水中に入射する光の急増に伴って生じ、この光の急増パターンは強風後に生じていたことから、湖面の積雪の飛散消失によるものと推察され、この積雪の有無が観測年ごとの水温上昇タイミングに一月以上の差を生じさせていたことが判明した。

湖中のクロロフィル蛍光値はすべての観測記録において無氷期の夏季に最低値を記録し、晩秋と早春のわずかに光入射が認められる季節に極大値をとった。その極大値は入射光の突如の増加により停止し、減少に転じていたことが、すべての観測湖沼において認められた。光入射が大きな夏季の極小と結氷期に突如入射する光に対して見せたクロロフィル蛍光の変動は、水中の藻類群集が強光環境でクロロフィル増加できない、クロロフィルを減じざるを得ない状態と考えられ、これまで南極の貧栄養湖沼で指摘されているように、南極湖沼のプランクトン藻類は強光阻害を受けやすい群集なのであろう。

**Soil habitats of a coastal Antarctic environment: Primavera Station,
Danco Coast, Antarctic Peninsula**

Manfred Bölter¹, Gabriela Mataloni², Rolf Möller¹ and Annette Scheltz¹

¹ Institute of Polar Ecology, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel, Germany

² Depto. de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Cs. Exactas y Naturales, UBA, Pab. II - Ciudad Universitaria - C 1428 EHA, Buenos Aires, Argentina

Abstract

During austral summer 2006, a spatial and temporal study on different mineral and organic soil environments was carried out in the area of the Argentine Primavera Station, located at Danco Coast, Antarctic Peninsula. Four sites were sampled for four times between beginning of January and mid of February. The analyses were on inorganic and organic matter, microbial communities and soil respiration. The data set showed a clear separation of the two main localities, only some seasonal influence could be detected during this study. The results indicate a microbial community in the mineral soils working at a “base line level” and showing only little variability in microbiological properties. However, samples from organic soils show great differentiation and much variation in microbial properties could be seen which further acts at much higher level than those of mineral soils. It is concluded from these data that this strong variation is a special feature of Antarctic soils, where different environments are located close to each other but have great differences in their actual and potential nutrient pools and turnover. These data are compared with those from other Antarctic environments.

高緯度北極ニーオルスン氷河後退域における地衣類の光合成特性

Photosynthetic characteristics of lichens on a glacier foreland, in Ny-Ålesund, Spitsbergen, Norway

井上 武史 (総研大・極域科学)、工藤 栄、内田 雅己、神田 啓史 (極地研)

T. Inoue (SOKENDAI), S. Kudoh, M. Uchida and H. Kanda (NIPR)

Kappen suggested the ecological importance of the moisture regime for the distribution of lichens (1973). However, relationship between distribution and response to the water of lichens has many points to evaluate under experimental and natural conditions. We investigated water content and photosynthetic capacity of lichen species these had a different habitat on a glacier foreland, in Ny-Ålesund, Spitsbergen.

Based on our previous study, we selected 8 lichen species that had different distribution pattern around the study site. Our preliminary results indicated that water absorption rate and photosynthetic recovery showed variability among species. Two dominated lichens, *Ochrolechia frigida* and *Cetrariella delisei*, showed the highest photosynthetic rate and fastest recovery when they absorbed water, respectively.

This result possibly suggests that photosynthetic response to the lichens' water contents may be one of the essential characteristics to determine the dominance at the study site.

生育環境の水分条件は地衣類の分布を決める要因のひとつとなる(Kappen, 1973)。これは地衣類が水分環境に対し、種ごとに多様な生理的応答を示すことから導かれた推論である。しかし、生育地での水分環境とそこに分布している地衣類が示す水分応答特性を結び付けた研究は乏しい。そこで、本研究では高緯度北極 Ny-Ålesund において、生育場所の異なる地衣種の含水率と光合成能力の関係を調査することにより、種ごとの光合成の水分応答特性を明らかにし、分布の実態との関連性を捉えることを目的とした。光合成能力の評価として Water-PAM Chlorophyll Fluorometer (WALZ 社)を用い、地衣体を湿潤な状態においてからの時間経過に伴う含水率の変化と、最大相対電子伝達速度($rETR_{max}$)及び光化学系 II 回路最大収率(Max yield of PS II)の光依存性を求めた。

過去の植生調査をもとに、調査地における優占種 2 種と生育場所の異なる 6 種について測定を行った結果、含水率は 0h~1h に大きく変化する種と 0h からほとんど変化しない種に分かれた。一方、光合成能力は含水率の変化に沿って増加する種と、含水率に大きく依存せずなだらかに増加する種に分かれた。研究地で優占していた 2 種のうち、*Ochrolechia frigida* は測定時間内における $rETR_{max}$ の最大値が約 80 と 8 種中最大であった。もう一方の優占種である *Cetrariella delisei* は $rETR_{max}$ の最大値は非優占種と同等程度であったが、吸水直後における $rETR_{max}$ が約 40 まで増加するという最速の応答性を示し、このような光合成の水分応答特性が優占種となる要因の 1 つであることが考えられた。

LICHEN SPECIES ON LIGNUM IN THE COASTAL REGIONS OF WESTERN SPITSBERGEN (SVALBARD)

M. Węgrzyn¹, P. Osyczka¹

¹Institute of Botany, Zdzisław Czeppe Department of Polar Research and Documentation,
Jagiellonian University, Kopernika 27, Krakow, Poland

Eighteen species of eleven lichen genera were found on driftwood and worked timber deposited on the beaches in the Hornsund and Billefjorden regions (the west coast of Spitsbergen, Svalbard archipelago). Majority of them indicate a low substrate specificity in the high arctic regions. Only three species (*Caloplaca spitsbergensis*, *Lecanora mughicola*, *L. orae-frigidae*) are typical for lignum. Most of the taxa are widespread in Svalbard. Species like: *Caloplaca holocarpa*, *C. spitsbergensis*, *Protothelenella sphinctrinoidella*, *Rinodina archaea* were sporadically reported till now. *Lecanora mughicola* was not reported from Svalbard up to the present and this is the first record of the species for the region. Lignicolous lichen communities constitute a very significant fraction of lichen biota. Characteristics and lichen composition of such communities considerable depend on regional peculiarities. For arctic, maritime regions three kinds of lignum can be recognized as potential habitats for lichens: driftwood, worked timber, and in some parts natural lignum.

南極の陸上コケ植生土壌から分離された好冷細菌

黒沢則夫（創価大）、鳥井健史（創価大）、伊村 智（国立極地研究所）、長沼 毅（広島大）

Psychrophilic bacteria isolated from Antarctic soil associated with terrestrial moss vegetation

Norio Kurosawa (Soka University), Takeshi Torii (Soka University), Satoshi Imura (National Institute of Polar Research), Takeshi Naganuma (Hiroshima University)

We have attempted to isolate psychrophilic bacteria from Antarctic soil associated with terrestrial moss vegetation in order to study a diversity of Antarctic bacteria. 2.0 g of the soil was suspended in saline. The diluted suspension was plated onto MBS (Modified Brock's Basal Salts) medium supplemented with 0.1% yeast extract (pH 7.6), and incubated at 15 or 4°C. The single-colonies were re-plated onto fresh media to purify the isolated bacteria.

The many colonies were appeared on the plates after 20 days and 42 days at 15°C and 4°C incubation, respectively. The concentration of bacterial cells in the soil was estimated at 1.8×10^4 CFU/g-soil (15°C) or 1.2×10^4 CFU/g-soil (4°C). We have purified and stored 97 (15°C) and 22 (4°C) strains, and extracted genomic DNAs from all the isolates. Results of taxonomic classification of the isolates will be shown at the symposium.

南極に生息する細菌の分類・同定を行うために、昭和基地周辺のコケ植生土壌から好冷細菌の分離を試みた。土壌 2.0 g を生理的食塩水に懸濁し、その希釈液を 0.1% の酵母抽出液を含む pH 7.6 の MBS (Modified Brock's Basal Salts) プレートに植菌した。15°C および 4°C で培養後、出現したコロニーを再度同じプレートに画線し、純粋培養を行った。

15°C、20 日間の培養で出現したコロニー数から推定された生菌数は、1.0 g の土壌あたり 1.8×10^4 CFU であった。一方、4°C における培養では、コロニーの出現に 15°C の場合よりも多くの日数を要し、培養 42 日目のプレートから推定された生菌数は、1.0 g の土壌あたり 1.2×10^4 CFU であった。現在までに単離された株数は、それぞれ 97 株 (15°C) および 22 株 (4°C) であり、すべてについて菌株の保存とゲノム DNA の抽出を行った。本シンポジウムでは、これら分離株の 16S rRNA 遺伝子の塩基配列に基づく分類・同定結果を報告する。

南極由来の動植物を分離源とした好冷性微生物の培養
Isolation Culture of psychrophilic bacteria from plants and animals in Antarctica

高橋哲也^{*1}, 麻生祐司^{*1}, 山本達之^{*2}, 大谷修司^{*1},
近藤哲男^{*3}, 笠井稚子^{*3}, 神田啓史^{*4}, 伊村智^{*4}, 工藤栄^{*4},

^{*1} 島根大学教育学部, ^{*2} 島根大学生物資源科学部,

^{*3} 九州大学 バイオアーキテクチャーセンター, ^{*4} 国立極地研究所

Tetsuya Takahashi^{*1}, Tatsuyuki Yamamoto^{*2}, Yuji Aso^{*1}, Shuji Ohtani^{*1}, Tetsuo Kondo^{*3}, Wakako Kasai^{*3},
Hiroshi Kanda^{*4}, Satoshi Imura^{*4}, Sakae Kudoh^{*4}, ^{*1}Faculty of Education, Shimane University, ^{*2}Faculty of Life
and Environmental Science, Shimane University, ^{*3}Bio-Architecture Center, Kyushu University

^{*4}National Institute of Polar Research

Abstract

The Antarctica has a very cold, oligotrophic, and extreme environment. In addition, animals and plants inhabiting the continent have very infrequent contacts with those of other regions of the earth. Therefore, the continent is expected to have unique microorganisms that can be isolated and cultured. Hence, animals and plants inhabiting various regions around the Lutzow Holm bay of the Antarctica were sampled as sources of unique microorganisms. In this study, useful microorganisms, such as lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in particular, were focused on to search for unique microorganisms.

The samples were cultured at a low temperature in Syowa Station. Culture in GM medium confirmed the presence of microorganisms in vegetations at lake bottoms. Some algae and mosses were also confirmed to grow in all culture media including MRS medium (1-2 weeks of culture). Microbial growth was also confirmed from fish intestines. The microorganisms were stored in liquid nitrogen with 30% glycerol added and brought back to Japan. Some microorganisms were brought back in culture at 4°C. The microorganisms are now being analyzed for identification by such methods as biochemical analyses.

要旨

南極大陸は低温で且つ貧栄養な極限環境である。また、そこに生息する動植物は他地域との交流も非常に少ないため、特異な微生物が分離培養できるものと期待される。そこで、それらの微生物資源の確保を目的に、南極リュツォホルム湾周辺域である東オングル島・昭和基地周辺、ラングホブデ袋浦、ラングホブデ雪鳥沢、オングルカルベン等の各地域に生息する動植物をその分離源として採取を行った。本研究では、特に乳酸菌、酢酸菌などの有用微生物に着目してその探索を行った。

動植物の採取地点としては、東オングル島のじゃがいも池、かもめ池、たらちね池、水汲み沢、蜂の巣山、ラングホブデ袋浦、ラングホブデ雪鳥沢であり、湖底植生、藍藻、緑藻、コケ類（オオハリガネゴケ等）などを採取した。また、東オングル島西浦沖より、魚類（ショウワギス、ボウズハゲギス）、ヒトデ（蜘蛛ヒトデ、星形ヒトデ）、ウニも採取した。そして、昭和基地内にて4°Cと30°Cでの低温培養を行うとともに、一部の試料は30%グリセロールを加えてそのままストックした。培養に関しては、MRS 培地、1/10MRS 培地、SH 培地及び、GM 培地を用いて行った。その結果、湖底植生からは GM 培地のみに生育が確認された。藻類、コケ類からは、一部ではあるが MRS 培地を含む全ての培地での生育が確認された（1～2 週間の培養）。その他、魚類の腸内からも MRS 培地での生育が確認できた。それらは、30%グリセロールを加えて液体窒素保管で持ち帰るとともに、一部のサンプルについては、そのまま4°Cにて培養しながら日本に持ち帰った。現在、その分析を行っており、生化学的性質の解析など、菌種の同定などを行っている。

南極に生息する動植物からの好冷性乳酸菌の分離と機能解析

Isolation and characterization of psychrophilic lactic acid bacteria from plants and animals in Antarctica

麻生祐司^{*1}, 高橋哲也^{*1}, 山本達之^{*2}, 大谷修司^{*1}, 神田啓史^{*3}, 伊村智^{*3}, 工藤栄^{*3},
^{*1} 島根大学教育学部, ^{*2} 島根大学生物資源科学部, ^{*3} 国立極地研究所

Yuji Aso^{*1}, Tetsuya Takahashi^{*1}, Tatsuyuki Yamamoto^{*2}, Shuji Ohtani^{*1}, Hiroshi Kanda^{*3}, Satoshi Imura^{*3}
 and Sakae Kudoh^{*3}, ^{*1} Faculty of Education, Shimane University, ^{*2} Faculty of Life and Environmental
 Science, Shimane University, ^{*3} National Institute of Polar Research

Abstract

Recently, novel types of psychrophilic bacteria have been isolated from the polar region, and their biochemical functions have been actively characterized all over the world. Consequently, the studies on psychrophilic bacteria have been led to general recognition that psychrophilic bacteria have prominent physiological properties compared to general bacteria, and they are greatly useful biological resources. Lactic acid bacteria are useful bacteria associated with our living as starters of fermented foods, and physiological properties of lactic acid bacteria, such as probiotics functions, attract a great deal of attention. To gratify our desire for superior food quality, we should make efforts to design the new types of functional foods using lactic acid bacteria with novel functions. The aim of this study, therefore, is to design the fermented foods that are adaptable to low temperature, using psychrophilic lactic acid bacteria isolated from Antarctica as starters, and to improve the physical properties of foods by using psychrophilic enzymes produced by psychrophilic lactic acid bacteria.

Bald rockcods, starfishes, sea urchins, and moss isolated from the surrounding area of Syowa Station mainly were sampled as sources of psychrophilic lactic acid bacteria, then followed by enrichment culture at 4 °C with MRS, 1/10 MRS, and GM media, supplemented with cycloheximide and/or sodium aside. These experiments were performed by Prof. T. Takahashi, a member of 49th the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). The enrichment samples showing cell growth after enrichment culture were stocked by glycerol solution, and then transported to Japan. In Japan, the media inoculated with the enrichment samples were incubated at 4 °C for more than one week, we could confirm bacterial growth in some samples. We are now going to identify and characterize the bacteria showing growth even under 4 °C.

要旨

近年、極域から新たな好冷性細菌が次々と分離されており、世界中でその生化学的機能が精力的に解析されている。その結果、好冷性細菌は一般細菌とは異なる優れた生理機能を有しており極めて有用な生物資源であると認識されるようになってきた。乳酸菌は古くより発酵食品などに深く関与してきた有用微生物であり、プロバイオティクス機能をはじめとする乳酸菌の持つ生理機能が現在注目されている。今後、ますます高まるであろう食のニーズに応じていくには、新しい機能を有した乳酸菌を取得し、それを利用した新しいタイプの機能性食品を開発することが重要であると考えられる。そこで本研究では、南極から好冷性乳酸菌を分離し、発酵スターターとして低温順応型発酵食品の開発に利用するとともに、好冷性乳酸菌由来の好冷性酵素による食品物性の改善に向けた研究を行うことを目的とした。

好冷性乳酸菌の分離源として、主に昭和基地周辺から魚類・ヒトデ・ウニ・コケ類などを採取し、乳酸菌培養培地 MRS および 1/10 MRS (MRS 培地の濃度を 1/10 にしたもの)、一般細菌培地 GM を用いて集積培養した。なお本培養実験は、第 49 次南極観測隊の高橋哲也隊員に依頼した。集積培養液において濁度が確認されたものをグリセロールストックし日本に冷凍輸送した。日本において、集積培養液を液体培地および平板培地を用いて 4℃ で長期培養を行ったところ、いくつかの集積培養液サンプルにおいて、菌の生育が確認された。現在、増殖を示した菌の同定および性状を解析している。

凍結培地において霜柱状のコロニーを形成する担子菌酵母 *Leucosporidium antarcticum*
 The basidiomycetous yeast, *Leucosporidium antarcticum* formed frost-pillar-like colony on frozen medium

藤生 誠一¹, 星野 保^{1,2}, 吉田 みどり³, 工藤 栄⁴

¹北海道大学理学院, ²産業総合研究所, ³北海道農業研究センター, ⁴国立極地研究所

Seichi FUJII¹, Tamotsu HOSHINO^{1,2}, Midori YOSHIDA³, Sakae KUDO⁴

¹Graduate School of Science, Hokkaido University, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST),

³National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (NARCH), ⁴National Institute of Polar Research (NIPR)

Major part of Antarctica where is covered with ice sheets and glaciers is belonged in polar climate, however coastal regions of Antarctica have the independent terrestrial ecosystems. We try to elucidate in fungal adaptation on frozen environment in coastal Antarctica.

Fungi were isolated from various terrestrial materials collected in Soya coast, East Antarctica that were put on potato dextrose agar (PDA) plates and were frozen at -80°C. Frozen plates were transferred at -1°C and kept a frozen condition. Isolated some yeasts formed frost-pillar and/or ball-like white colony on frozen plates. These isolates were identified as the basidiomycetous yeast, *Leucosporidium antarcticum* based on DNA sequence. Thawed fungal colonies had high viscosity, therefore, this fungus probably produced a large amount of extracellular polysaccharides, and macromolecules were detected from fungal colonies by HPLC. Isolates were cultured on frozen PDA containing 'red food color' to observe dynamics of solutes and unfrozen water in plates. 'Red food color' in frozen plates was accumulated into fungal colonies. These results suggested that solutes and unfrozen water were concentrated into fungal colonies. Moreover, it is revealed that the fungus produced anti-freeze proteins (AFPs) which function to inhibit ice crystal growth, for the first finding as basidiomycetous yeast. We considered that *L. antarcticum* formed biofilms by produced polysaccharides and AFPs. Solute and unfrozen water were transferred to biofilms according to the solute gradient between the colony of *L. antarcticum* and the medium and extracellular AFPs probably held an unfrozen state of medium water.

南極大陸は氷床や氷河により、そのほとんどが氷に覆われる氷雪気候に属すが、沿岸域の一部は夏季、露岩が現れ陸上生態系が存在する。このような生態系には、凍結環境で活動する菌類が存在すると考え、本研究では、これら菌類の環境適応能の解析を目的とした。

菌類の分離は、ポテトデキストロース平板寒天(PDA)に東南極、宗谷沿岸露岩地域各種陸上生態系より採取した試料を接種後、凍結(-80°C)させ、-1°Cにおいて凍結状態を維持したまま培養を行った。一部の酵母は、凍結培地上で特徴的な白色霜柱状あるいは団子状の凍結状態を保持したコロニーを形成した。分子生物学手法により、これら菌株は担子菌 *Leucosporidium antarcticum* と同定し、基準菌株も同様なコロニーを形成した。融解したコロニーは粘張性が高く、HPLC 分析により高分子代謝物の存在を確認したため、大量の細胞外多糖を分泌すると予想した。凍結培養時の水溶性培地成分と未凍結水の動態を観察するために食紅を添加した PDA を用い培養を行い、コロニー中心部に水溶性培地成分と未凍結水の移動を確認した。さらに、担子菌酵母として初めて氷結晶成長を抑制する不凍タンパク質(AFP)の生産を見出した。*L. antarcticum* が分泌する多糖は、凍結環境において菌膜(バイオフィルム)を形成し、培地との間に水溶性成分の濃度勾配が生じる結果、水溶性成分のコロニーへの移動が起こり、細胞外 AFP は未凍結水の安定化に寄与すると考えられる。上記の機構により、一般的に細胞間で物質移動の乏しい酵母に属する *L. antarcticum* は凍結環境に適応しているものと推察した。

東南極 宗谷海岸露岩地域陸上生態系における菌類の多様性と環境適応

**Biodiversity and environmental adaptations of fungi in terrestrial ecosystem around
Soya coast, East Antarctica.**

星野 保^{1,2}, 肖 楠^{2,1}, 藤生誠一^{2,1}, 稲葉重樹³, 出川洋介⁴, 矢口貴志⁵, 東條元昭⁶,
松本 淳⁷, 工藤 栄⁸

¹産総研ゲノム, ²北大理, ³製品評価技術基盤機構, 神奈川県立生命の星・地球博物館⁴,
⁵千葉大真菌セ, ⁶大阪府大生命環境, ⁷福井総合植物園, ⁸国立極地研

Tamotsu HOSHINO^{1,2}, Nan Xiao^{2,1}, Seiichi FUJII^{2,1}, Shigeki INABA³, Yousuke DEGAWA⁴,
Takashi Yaguchi⁵, Motoaki Tojo⁶, Jun MATSUMOTO⁷, Sakae KUDO⁸

¹AIST Hokkaido, ²Hokkaido Univ., ³NBRC・NITE, Kanagawa Pref. Museum of Natural History⁴,
⁵MMRC・Chiba Univ., ⁶Osaka Pref. Univ., ⁷Fukui Bot. Garden, NIPR⁸

There are few reports of fungi in terrestrial ecosystem in East Antarctica. We obtained various isolates of fungi (chitrids, ascomycetes and basidiomycetes, which are basidiomycetous yeast) excepted in zygomycetes from various terrestrial materials in Soya coast, East Antarctica. We also collected other fungus related organisms such as oomycetes and myxomycete (from inside of Syowa station).

All isolates could grow on unfrozen condition at -1°C and they excepting chitrids and oomycetes also grew on frozen medium, however, mycelial growth in this condition was slower than those in unfrozen condition. Previously, antifreeze proteins (AFP) were reported in basidiomycetes in the Arctic, and we found antifreezing activities from Antarctic ascomycetes. Purified AFP from ascomycete, *Antarctomyces psychrotrophicus* had re-crystal inhibition but freezing point of this AFP solution was higher than those of basidiomycetous AFPs. Thus, we concluded that physiologic functions of both AFPs are different.

研究例の少ない東南極陸上生態系における菌類多様性解析を通じて、得られた菌株を用いて環境適応機構の比較検討を行った。宗谷海峡露岩地域より採取した試料より菌類の分離を行い、ツボカビ類・子囊菌・担子菌(全て形態は酵母形)を得た。接合菌は分離できず、この他に卵菌類および変形菌(これは昭和基地内より分離した)を分離し、東南極陸上生態系に多様な菌類が存在することを確認した。

野外試料から分離した全ての菌株が -1°C で増殖可能であり、ツボカビ類・卵菌類を除く菌株では増殖性は劣るが凍結培地での成長を確認した(北半球に存在する *Sclerotinia borealis* のように凍結環境で旺盛な増殖を示すものは見出されていない)。これまで、不凍タンパク質(AFP)は、担子菌にのみ見られるが、今回、子囊菌(*Antarctomyces psychrotrophicus*)より初めてAFPの存在を確認した。本菌より精製したAFPは氷結晶再成長抑制能を有するが凝固点低下効果が低く、担子菌AFPとは機能が異なると推察した。

南極周域に生息する鳥類糞便からの薬剤耐性菌の検出
Detection of antimicrobial resistant bacteria from the Antarctic birds

兼子千穂¹⁾, 石原加奈子¹⁾, 廣野育生²⁾, 神田啓史³⁾, 田村 豊¹⁾

¹⁾ 酪農学園大学獣医学部, ²⁾ 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科, ³⁾ 国立極地研究所

Chiho Kaneko¹⁾, Kanako Ishihara¹⁾, Ikuo Hirono²⁾, Hiroshi Kanda³⁾, Yutaka Tamura¹⁾

¹⁾Rakuno Gakuen University School of Veterinary Medicine, ²⁾Tokyo University of Marine Science and Technology
The Graduate School of Marine Science and Technology, ³⁾National Institute of Polar Research

BACKGROUND: Recently, the increasing occurrences of antimicrobial resistant bacteria are serious problem in the veterinary and human medicine. We consider that environments behave a key position for expanding of antimicrobial resistant bacteria and infection to humans and animals. However, those microbial niche in ecosystem are not obvious. Therefore, we investigated into the detection of antimicrobial resistant bacteria from a region considered to be one of the last outposts of wilderness, the Antarctic, that human influence on the emergence of antimicrobial resistance would be minimal.

METHODS: Antimicrobial resistant bacteria were isolated from fecal samples. Fecal samples were collected from seabirds at around Showa base in 1980's and Dumont d'Urville sea in 2008. The minimum inhibitory concentrations were determined by the agar dilution method. Then detected *tet(M)* gene was revealed by DNA sequencing and phylogenetic analysis.

RESULTS: Antimicrobial drug resistance in *Enterococcus faecium*, *E.casseliflavus*, *Citrobacter braakii* and *Escherichia hermannii* was detected. *E.faecium* was resistant to fluoroquinolone (Enrofloxacin), which was important in human medicine. *E.casseliflavus* was resistant to Oxytetracycline(OTC). *C.braakii* and *E.hermannii* were resistant to Ampicillin. The *tet(M)* gene was detected in OTC resistant *E.casseliflavus*. The sequences of *tet(M)* gene obtained from the Antarctic birds was identical to the sequences of *tet(M)* gene detected from humans, animals and environment.

CONCLUSION: These results indicated that the bacterial isolates from the Antarctic birds were resistant to various antimicrobials widely used in humans and animals. In addition, *tet(M)* gene detected from the Antarctic birds was identical to that of isolates from various origins. Therefore, it was suggested that antimicrobial resistant bacteria or resistance genes circulated in ecosystem.

【背景】近年、人医療においても獣医療においても薬剤耐性菌の出現が問題視されている。薬剤耐性菌の蔓延と人や動物への伝播には環境が大きな役割を果たしていると考えられるが、薬剤耐性菌の環境における生態は不明な点が多く残されている。そこで本研究では、抗菌剤の暴露が極めて少ないと考えられる南極圏に生息する鳥類の糞便を用いて薬剤耐性菌の検出を行った。【材料と方法】1980年代に南極昭和基地周辺のラングホブテ、ユキドリ沢の雪渓から採取され、その後凍結保存されていた海鳥の糞便と、2008年2月に南太平洋デュモン・デュルビル海で採取された海鳥の糞便を供試した。分離菌は CLSI の寒天平板希釈法に準拠して薬剤感受性試験を行った。また、検出された *tet(M)* 遺伝子については塩基配列を解読し系統樹分析を行った。【成績】供試材料から腸球菌である *Enterococcus faecium* と *E.casseliflavus*、及び腸内細菌科の *Citrobacter braakii* と *Escherichia hermannii* が分離された。*E.faecium* は人医療で重要視されているフルオロキノロン系のエンロフロキサシンに耐性を示し、*E.casseliflavus* はオキシテトラサイクリン(OTC)に耐性を示した。また、*C.braakii* と *E.hermannii* はアンピシリンに耐性を示した。OTC 耐性 *E.casseliflavus* は *tet(M)* 遺伝子を保有していた。この *tet(M)* 遺伝子の塩基配列は、人や動物、さらには環境から分離される種々の菌種の塩基配列と全く同じであり、一つのクラスターを形成した。【考察】今回の成績から、南極周域に生息する鳥類の糞便から分離された細菌は、人医療や獣医療で使用されるさまざまな抗菌剤に耐性を示していることが明らかにされた。また、今回検出された *tet(M)* 遺伝子は、由来の異なる種々の細菌の遺伝子と相同であり、薬剤耐性菌あるいは耐性遺伝子が生態系で循環していることを示唆した。

ANALYSIS OF EUKARYOTIC COMMUNITY STRUCTURE IN THE ANTARCTIC LAKE “SURIBATI-IKE” SEDIMENT

Hongyan Zhang¹, Shoko Hosoi-Tanabe^{1*}, Shinichi Nagata¹, Syuhei Ban², and Satoshi Imura³

¹ Research Center for Inland Seas, Kobe University, 5-1-1 Fukaeminami, Higashinada, Kobe 658-0022, Japan, ² School of Environmental Science, University of Shiga Prefecture,

Hassaka-cho, Hikone, Shiga 522-8533, Japan, ³ National Institute of Polar Research 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515, Japan

*Corresponding author; E-mail: syonatsu@maritime.kobe-u.ac.jp

Some eukaryotic microorganisms inhabiting in the sediment of lake are thought to play an important role in the lake ecosystems as a member of decomposers. However, our knowledge on the eukaryote in the lake sediment is very limited, and the characteristics of these organisms in the Antarctic lake sediment are not yet clear. In order to specify the eukaryote existing on the Antarctic lake sediment, we analyzed the eukaryotic microbial community structure in the sediment using 18S rRNA gene clone library method. The genomic DNA was extracted from 500 mg of Antarctic Suribati Ike sediment sample using an Ultra clean soil DNA isolation kit (MoBio Laboratories, Solana Beach, CA, USA) and 18S rRNA gene (560bp) was amplified by polymerase chain reaction (PCR) using eukaryote-specific primer set. After cloning using pGEM-T easy cloning vector, 69 sequences of randomly selected clones were obtained. BLAST research showed that the clones belonged to ten phyla, *Magmatodrilus sp.* which belongs to *Annelida*, *Dunaliella sp.* and *Chlamydomonas sp.* which belong to *Chlorophyta*, *Glycine sp.* and *Corydalis sp.* which belong to *Streptophyta*, *Orthamphisiella sp.* which belongs to *Ciliophora*, *Polarella sp.* which belongs to *Dinophyceae*, *Arthrobotrys sp.* and *Rhodotorula sp.* which belong to *Dikarya*, *Pavlova sp.* which belongs to *Pavlova*, *Didymium sp.* which belongs to *Mycetozoa*, *Phthirus sp.* which belongs to *Arthropoda*, and *Amoebidium sp.* which belongs to *Ichthyophonida*. From this result, the eukaryotic community structure in the Antarctic lake sediment indicated the high diversity, and several extreme environmental conditions including the low temperature and nutrient content did not restrict the habitat of these organisms and the microbial variety. Some clones showed the low sequence similarity, less than 95% identical, to previously characterized eukaryote, suggesting possibility that these clones are the novel species specific to the Antarctic zone.

南極塩湖における微生物群集構造とDMSO呼吸細菌の解析

Analysis of bacterial diversity and dimethyl sulfoxide respiring bacteria of Antarctic salt lakes

松崎 雅広・脇谷 昌俊・高橋 陽介(広島大・院理)・

星野 保(産業技術総合研究所)・笠松 伸江・工藤 栄・伊村 智(極地研)

M. Matsuzaki, M. Wakitani, Y. Takahashi (Hiroshima Univ.), T. Hoshino (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), N. Kasamatsu, S. Kudoh, S. Imura (NIPR).

Dimethyl sulfoxide (DMSO) occurs worldwide especially in the marine environments and also in lakes and rainwater. DMSO respiration by bacteria appears to play an important role in the sulfur cycle in Antarctica and on the earth. On the other hands, ponds and lakes on Antarctic ice-free areas may serve as islands which exposed low biological disrupted. It was thought that lakes on Antarctica were "closed ecosystem" models to understand a process of the sulfur cycle on the earth. Suribati Ike and Hunazoko Ike, in Skarvsnes around Syowa station in Antarctica, are hypersaline lakes.

Vertical distribution of bacteria was determined in two lakes. Cell suspension was constructed from lake water samples collected at surface layer, 2, 5, 9.5, 11, 15 m depth and at surface layer, 1, 2, 3, 5, 7 m depth on 22 and 23 January, 2007 in Suribati Ike and Hunazoko Ike, respectively. Bacterial 16S rRNA genes were amplified using universal primer set for bacteria. PCR products were amplified from all samples and cloned into TA cloning vector. Twenty five randomly selected clones were sequenced. The phylogenetic analysis reveals variety of novel bacterial lineages in both samples; major phylotypes estimated in 2 m samples from Suribati Ike was *Marinobacter* sp., those in 5 m sample was *Psychroflexus torquis*, those in deeper than 7.5 m were not dominant genus, but rich in diversity. Major phylotypes estimated in 1 and 2 m samples from Hunazoko Ike was *Roseobacter* sp., those in 3 and 5 m sample was *Psychroflexus torquis* and *Roseobacter* sp.. The bacterial diversity in Hunazoko Ike is simple. Bacterial diversity of Suribati Ike is closely related to that of Hunazoko Ike. These result indicated that high salt was limited in bacterial community.

本研究では部分循環湖であるすりばち池と舟底池に生息する細菌のうち、DMSO (dimethyl sulfoxide)呼吸能を持つ細菌の割合を明らかにするために両池の細菌群集構造及びDMSO呼吸細菌の分離、同定を行った。2007年に採取されたすりばち池の水深の違う6点と舟底池の6点の湖水試料から菌体を集め、これを鋳型としPCRにより16S rRNA遺伝子を増幅させ、各試料のクローンライブラリーを構築した。これらから各24クローンを選び、16S rRNA遺伝子の5'及び3'側の700 bpについて塩基配列を決定し、両池の細菌群集構造を明らかにした。すりばち池の2 mでは*Marinobacter*属が、5 mでは*Psychroflexus torquis*が優占属であった。7.5 m以下深では目立った優占種は見られず、多様性に富んだ細菌相を形成していた。一方舟底池では表層で*Psychroflexus torquis*が、1 mと2 mでは*Roseobacter*属が優占属であった。3 mと5 mでは*Psychroflexus torquis*と*Roseobacter*属がほとんどであり、池全体としては単純な細菌相を形成していた。これらの細菌の系統解析からは、すりばち池と舟底池のそれぞれに共通する細菌は系統的に近縁種であり、高塩分が細菌相を左右する要因であることが考えられた。さらに両湖水を固体培地でDMSO依存的に嫌気培養し、*Marinobacter*属と*Halomonas*属を分離した。これらの菌属は両池の多くの水深から見つかっているが池全体の優占属ではなかった。しかし、DMSOの前駆物質であるジメチルスルフォニオプロピオネートの存在量が少ない水層では、DMSO呼吸細菌が優占属であり、負の相関関係が認められた。

さらにスカルプスネスに存在する塩湖の子鉢池、ありさ池、ねずみ池の細菌群集構造を解析中である。その結果も合わせて報告する。

スピッツベルゲン島のコケから分離された *Trichoderma polysporum* の
数種の雪腐病菌に対する拮抗性

**Antifungal activity of *Trichoderma polysporum* isolated from a moss
on Spitsbergen Island for several snow mold fungi**

山崎 優亮¹, 東條 元昭¹, 貴田 健一^{1,4}, 星野 保², 神田 啓史³

¹大阪府立大学大学院生命環境科学研究科, ²産業技術総合研究所, ³国立極地研究所

⁴現: クミアイ化学工業株式会社 生物科学研究所

Yusuke Yamazaki¹, Motoaki Tojo¹, Kenichi Kida¹, Tamotsu Hoshino², Hiroshi Kanda³

¹Graduate School of Life and Environment Sciences, Osaka Prefecture University, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, ³National Institute of Polar Research, Japan, ⁴Present address: Life Science Research Institute, Kumiai Chemical Industry Co., Ltd., Japan

Trichoderma spp. distribute over the world including Polar Regions. The genus comprises a number of strains which are important as biocontrol agents for crop diseases and hydrolytic enzyme producers. *Trichoderma polysporum* is one of the low temperature growing *Trichoderma* and has known been antagonistic behavior for other fungi. In this study, we evaluated a *T. polysporum* strain isolated from Longyearbyen, Spitsbergen Island, Norway, on antagonistic ability for several snow mold fungi.

The *in vitro* antagonistic properties of an arctic *T. polysporum* was investigated against *Pythium iwayamai*, *Racodium therryanum*, *Sclerotinia borealis*, *S. trifoliorum*, *S. nivalis*, *Typhula incarnate*, *T. ishikariensis* and a “Supponuke” snow blight pathogen on potato dextrose agar (PDA) at 0°C. The *T. polysporum* strain inhibited hyphal growth of *P. iwayamai*, *S. trifoliorum*, *S. nivalis*, *T. incarnata* and *T. ishikariensis*. Timing of the inhibition was different among the species of snow mold fungi. *P. iwayamai*, *T. incarnata* and *T. ishikariensis* were inhibited their hyphal growth before attaching their hypha to the *T. polysporum* hyphae. *S. trifoliorum* and *S. nivalis* were inhibited their hyphal growth after attaching their hypha to the *T. polysporum* hyphae. *T. polysporum* strains isolated from Tottori Prefecture, Japan and Germany had no or rare inhibitions on hyphal growth of these snow mold fungi.

The results indicate that the *T. polysporum* strains from Spitsbergen Island is a potential biocontrol agent for crop diseases caused by the snow mold fungi.

Trichoderma 属菌は極地を含む世界各地に分布している。また、本属菌には抗菌作用を持つ種や、有用な酵素を産生する種が多く含まれており、生物資源として注目されている。*T. polysporum* は本属の中では低温でも生育が早い種であり、複数の病原菌に対して拮抗性を持つことが報告されている。しかし雪腐病のような低温性の作物病害に対する防除例の報告はほとんど見られない。そこで、ここでは2002年にスピッツベルゲン島から分離された *T. polysporum* の1菌株を供試菌とし、複数のコムギ等の雪腐病菌に対する拮抗性について調査した。

スピッツベルゲン島産 *T. polysporum* 1菌株を用いて、ムギ類等の雪腐病菌として知られている *Pythium iwayamai*, *Racodium therryanum*, *Sclerotinia borealis*, *S. trifoliorum*, *S. nivalis*, *Typhula incarnata*, *T. ishikariensis* およびスッポヌケ病菌との対峙培養をブドウ糖添加ジャガイモ煎汁寒天培地 (PDA 培地) 上で行った。温度条件は0°Cとした。その結果、*T. polysporum* のスピッツベルゲン島株は *P. iwayamai*, *S. trifoliorum*, *S. nivalis*, *T. incarnata*, *T. ishikariensis* に対して菌そうの伸長抑制を示した。抑制のタイミングは雪腐病菌の種によって異なり、*P. iwayamai*, *T. incarnata* および *T. ishikariensis* では菌そうとの接触前に、*S. trifoliorum* と *S. nivalis* では接触後に抑制が見られた。また、このような0°C条件下での複数の雪腐病菌に対する菌そうの伸長抑制は、鳥取県およびドイツ産の *T. polysporum* ではまったく、あるいはほとんど見られなかった。

本研究により、スピッツベルゲン島産 *T. polysporum* の1菌株が低温条件下で複数の雪腐病菌に対して抑制力を持つことが示された。この結果は、本株がこれらの雪腐病菌に対する生物防除微生物になり得る可能性を示している。今後、接種実験によりスピッツベルゲン島産 *T. polysporum* 株がこれらの雪腐病菌の病害の発生を抑制するかどうかを明らかにする予定である。

キョクチャナギに発生する黒紋病とさび病の発生生態
 — 黒紋病とさび病の発生に及ぼすコケの地表面被覆の影響 —

Epidemiology of tar spot and rust diseases of polar willow

— **Effects of moss covering of ground on occurrence of the tar spot and rust diseases** —

東條 元昭

大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科

Motoaki Tojo

Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, Japan

The occurrences of tar spot disease caused by *Rhytisma salicinum* and rust disease caused by *Melampsora* sp. were investigated on polar willow (*Salix polaris*) in Ny-Ålesund, Svalbard, Norway in August 2008. Fifteen plots, each consisted with 15 x 15 cm square and had 89-159 shoots of the polar willow, were examined on number of the polar willow shoot which had the diseased leaves. Percentages of ground area covered by moss colony which consisted mainly with *Sanionia uncinata* and *Orthothecium* sp. were also investigated for the each plot. The number of tar spot-diseased polar willow was increased with increasing the mosses-covering area (Fig. 1). While the number of rust-diseased polar willow was not changed with increasing the mosses-covering area. This result indicates that the moss covering of ground enhances the tar spot disease on polar willow but don't enhance the rust disease.

キョクチャナギの黒紋病とさび病の発生に及ぼすコケの共生息の影響を、2008年8月にノルウェー領スピッツベルゲン島ニーオルスンで調べた。キョクチャナギの茎が89~159本自生する15cm四方の正方形の試験区を合計15区画設け、各区画について、黒紋病とさび病の罹病葉を有するキョクチャナギの茎数と、主にカギハイゴケとツヤゴケの1種からなるコケ群落による地表面被覆率を調べた。

その結果、黒紋病ではコケ群落による土壌表面被覆率の上昇にともなって罹病植物数が増加したのに対し、さび病ではこのような増加は見られなかった (Fig. 1)。

以上のことから、カギハイゴケやツヤゴケ類によるキョクチャナギ群落内の地表面被覆は、キョクチャナギ黒紋病の発生を促進していると考えられた。

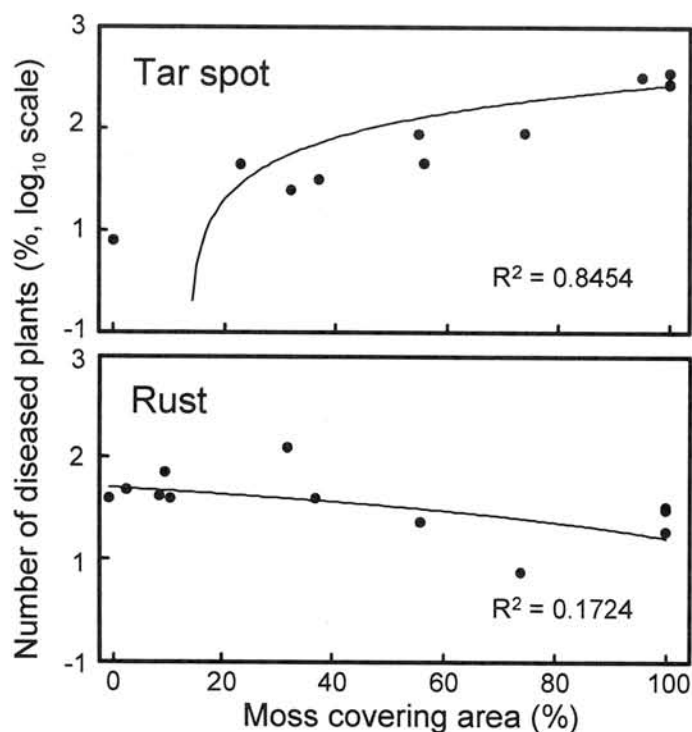


Fig. 1. Relationships between number of tar spot- or rust-diseased plants of polar willow and moss covering area on ground in the polar willow colony. The regression lines as follows: Tar spot, $y = 0.3022x - 4.1187$; Rust, $y = -0.0334x + 4.9077$

高緯度北極エルズミア島における土壤微生物の
基質利用特性に与える温度の影響

Effect of temperature on substrates utilization pattern by soil
microorganisms on Ellesmere Island, High Arctic Canada

内田雅己（極地研）・吉竹晋平（早稲田大）・中坪孝之（広島大院）・神田啓史（極地研）
Masaki Uchida (NIPR), Shinpei Yoshitake (Waseda Univ.), Takayuki Nakatsubo
(Hiroshima Univ.) and Hiroshi Kanda (NIPR)

Community-level physiological profile of soil microorganisms was investigated by the Biolog Ecoplate™ system along a primary successional gradient after deglaciation in the High Arctic, at Ellesmere Island, Nunavut, Canada (80°51'N, 82°50'W). The soil sample was collected at five glacial moraines with different establishment periods (ca 250-35000 years ago). Mineral soil of 0-5 cm was collected at each moraine in the summer of 2007 and brought back to Japan. Diluted solution of soil suspensions was inoculated into the Biolog Ecoplates. These 96-well plates consist of three replicates, each one comprising 31 solo carbon sources and a water blank. The plates were incubated at 4°C, 10°C and 20 °C, and color development in the each well was recorded using a microplate reader.

It showed that the number of well-color development was different among the three temperatures for all moraines and tended to reduce at the youngest moraine. Our results suggested that decomposition characteristics of the soil microorganisms might change with temperature and primary soil development.

氷河後退域の遷移段階の異なる地点において、土壤微生物群集の有機物分解特性と遷移段階との関係、および有機物分解特性と培養温度との関係を明らかにするために、カナダ、エルズミア島オーブローヤ湾近くのミッドナイトサンバレー(80°50'N, 82°45'W)にある Arklio 氷河後退域に調査地を設定した。この氷河後退域には、成立年代の異なる 5 つのモレーンが存在する。本研究では、それぞれのモレーン頂部で深さ 5cm までの土壌を採取した。土壌は日本に持ち帰ったのち、滅菌水を用いて土壌懸濁液を作成した。懸濁液の上澄みを分取して希釈し、Biolog Ecoplate に摂取した。プレートは 4°C、10°C および 20°C のインキュベーターに入れて培養し、プレートリーダーを用いて各ウェルの発色状況を約 1 ヶ月間調べた。

全てのモレーンにおいて、高い温度で培養したものほど微生物による炭素源の分解は早く始まる傾向が認められた。分解された炭素源数は、氷河にもっとも近いモレーンで少なかったが、それ以外のモレーンでは、モレーンの成立順序と分解された炭素源数との間に明瞭な関係は認められなかった。全てのモレーンにおいて、分解可能な炭素源の種類と数は培養温度によって異なったが、10°C で分解可能な炭素源数が最も多くなる傾向が認められた。本研究結果より、氷河に最も近く、土壌の未発達なモレーンでは、土壤微生物群集による有機物分解特性は、その他のモレーンとは異なる可能性があること、また、全てのモレーンにおいて、土壌温度の変化により土壤微生物群集による有機物分解特性は変化する可能性が示唆された。

昭和基地周辺の土壤藻類相調査における培養条件の影響

The effects of culture conditions for investigating soil algal flora around Syowa Station
千國友子（筑波大学生命環境科学研究科）・大谷修司（島根大学教育学部）・井上勲（筑波大学生命環境
科学研究科）

Tomoko Chikuni (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba), Shuji
Ohtani (Faculty of Education, Shimane University), Isao Inouye (Graduate School of Life and
Environmental Sciences, University of Tsukuba)

Abstract: Various microalgae are known to exist in the soil of ice-free areas around Syowa Station, Antarctica. Soil algal flora has been studied there for the purpose of monitoring environmental changes. However, these studies have been carried out under a limited condition, at 15°C and using BBM medium. Because, this condition possibly gives a bias to the observation of soil algae, we investigated soil samples collected from 7 sites around Syowa Station in 2007 during the 48th Antarctic Expedition, and cultured them using 7 different media and under 3 different temperatures (5, 15 and 24 °C).

Observations showed that the effect of medium was relatively small: over 60% of species appeared from the samples were observed in low nutrient medium as well as in BBM medium. In BBM medium, however, some algae did not grow. Temperature affected to the occurrence of soil algae. 15°C was the best out of 3 temperatures. At 24°C, species appeared were biased to cyanobacteria. At 5°C, the appearances and growths of algae were suppressed. It is concluded that the use of BBM medium at 15°C is suitable to search the diversity of soil algae around Syowa Station. Because there were some organisms not growing well in BBM medium, it is recommended to use two or more kinds of media for cultivations to grasp more accurate diversity.

要旨: 南極昭和基地周辺の露出した土壤には、さまざまな微小な藻類が生息している。環境モニタリングの観点から、長年これら土壤藻類の多様性に関する調査が続けられている。しかし、経年変化をみるこの調査は、15°C・BBM 培地といった限られた条件下での培養に基づいており、培養条件が藻類の生育に影響して出現種の多様性を減じている可能性がある。そこで今回、2007 年の第 48 次南極観測隊が採取した昭和基地周辺 7 地点の土壤を用いて、3 段階の温度（5, 15, 24°C）、7 種類の液体培地の下で培養を行い、出現してくる土壤藻類の種組成への温度、養分、塩類の影響を調べた。

結果として、培養液成分の影響は比較的小さく、貧栄養の培養液でも出現種数の 6 割が観察された。また、海水培地でも 3 割の生物種が出現した。BBM 培地は、多様性の 6 割強を再現したが、藍藻 *Lyngbya* の出現は抑制され、藍藻 *Crinalium* は育たなかった。培養温度の影響は大きく、15°C で最も多くの種が出現し、生育もよかった。24°C では出現種が限られ、藍藻に偏った。5°C では出現種数が少なく、生育が低調であった。これらのことから、経年調査で用いられてきた 15°C・BBM 培地という条件は、昭和基地周辺に生息する土壤藻類の種組成を知るために適していると結論できる。ただ、BBM 培地では生育が困難な種が若干みられたことから、より正確な多様性の把握には、複数種類の培養液を併用することが望ましい。

光環境変動に対する南極湖底藻類群集の応答

Responses of benthic algal communities living in Antarctic freshwater lake to light environmental change

○田邊 優貴子(総研大)・工藤 栄(総研大、極地研)

○Yukiko Tanabe (The Graduate University for Advanced Studies)

Sakae Kudoh (The Graduate University for Advanced Studies, NIPR)

Mat-forming benthic algae in the freshwater lakes of Sôya Coast, are known as one of the most luxuriant vegetation types across the full range of lake and terrestrial ecosystems in continental Antarctica. During summer ice-free conditions, the benthic algae were exposed to high levels of PAR and UV, because of the relatively low concentration of UV absorbing materials (e.g. DOC) and the continuous solar radiation. To survive and grow under the strong light environment in Antarctic short summer, the two competing strategies will need, such as an avoidance of damages from the strong light, and a light harvesting and regulation. Our aim was to determine how algal mats are adapted to strong UV and light, and can therefore survive in the Antarctic environment. This study was performed in Lake Naga Ike, Skarvsnes during summer (Dec-2007 to Feb-2008), by using a combination of pigment composition analyses, the actual light conditions, and the photosynthetic responses of the algal mats. As the result, in addition to the high contents of pigments in the surface layer of the mats, the pigments altered the degree of their functions such as “(1)photo-protection, (2)repair, (3)light-harvesting, (4)light-regulation” in response to changes in the light environment. With this strategy, the benthic algae use the possible light energy while preventing from death during a short but strong light summer, and they were concerned to develop in the Antarctic ecosystem.

東南極宗谷海岸露岩域における淡水湖沼の湖底一面に広がるマット状の植物群落（藻類・コケ類優占）は、南極大陸における陸域生態系の中で最も豊穡な植生として知られている。南極湖沼は一年のほとんど氷に覆われており、氷の厚さや積雪によって、湖水中の光環境が大きな影響を受ける。南極の夏季は日長の長さから、藻類の光合成を阻害する可能性があることや、紫外域を吸収する DOC が湖水中で低濃度であるため、湖底に多量の紫外線が到達する。極域において限られた成長期である夏季に、藻類群集が生存し生長するためには、強光・強紫外線による障害の回避・軽減の他に、光エネルギーの制御・利用、という相反する 2 つの戦略を何らかの方法により実現していると考えられる。本研究では、光環境の変動に対する藻類群集の応答を明らかにし、南極大陸の生態系の中で生存し繁栄を成し遂げた藻類群集の適応戦略の解明を目指した。2007 年 12 月～2008 年 2 月の期間、スカルプスネス長池において、1 週間おきに湖水中の光スペクトル測定、湖底藻類試料採取、光合成測定を繰り返し実施した。その結果、藻類群集は、群集内の明瞭な色素鉛直差に加え、入射する光環境に応じて色素類が持つ 4 つの機能「①光防御、②修復、③光捕集、④光制御」を組み合わせ、各作用の度合いを転換させると示唆された。この色素類の機能転換によって、光エネルギーを獲得可能であるが強光・強紫外線環境という夏の短期間に、藻類群集は過剰な光の防御と修復によって死滅を回避しながらも、可能な範囲の光エネルギーを利用するように応答することで、正の光合成を維持でき、湖底で生長・生存し大群落を築き上げていたと考えられた。

南極に生育する陸生光合成生物の生理学的特徴

Physiological characteristics of Antarctic terrestrial photosynthetic organisms

¹佐藤和彦、¹片島侑也、¹小杉真貴子、²工藤栄、¹菓子野康浩、¹小池裕幸、(¹兵庫県立大、²国立極地研)

¹Kazuhiko Satoh, ¹Yuhya Katashima, ¹Makiko Kosugi, ²Sakae Kudoh, ¹Yasuhiro Kashino, ¹Hiroyuki Koike (¹Graduate School of Life Sci., Univ. Hyogo, ²Natl. Inst. of Polar Res.)

A terrestrial cyanobacterium, *Nostoc commune*, is spread all over the world, including Japan and Antarctica, where the climates are very different. A terrestrial green alga, *Prasiola crispa*, also lives on Antarctica, and its population is quite high in a certain area.

In order to clarify the strategies of the Antarctic photosynthetic organisms to acclimate to the severe climate, dependencies of their photosynthetic activities on the measuring temperature and the intensity of the actinic light were measured. Desiccation tolerance of *P. crispa* was also studied.

The rate of photosynthesis in *N. commune* of Japan and Antarctica reached a maximum at similar intensities of light, but the optimal temperatures were 20 and 30°C, respectively; that is, it was 10 degree lower in *N. commune* from Antarctica than that from Japan.

P. crispa showed desiccation tolerance, and desiccation-induced quenching of photosystem II fluorescence was also observed. Re-reduction of photooxidized photosystem I reaction center, P700, was also inhibited under dry states. Photosynthesis in *P. crispa* reached maximum at ca. 20°C and at a light intensity of 1,000 $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

陸生のラン色細菌であるイシクラゲ(*Nostoc commune*)は世界中に広く分布しており、大きく環境が異なる日本と南極大陸の両方にも生息している。また、陸生の緑藻であるナンキョクカワノリ(*Prasiola crispa*)は南極の地表面の一部に大量に生息している。

本研究ではこれらの光合成生物が極域の厳しい環境に適応する仕組みを調べることを目的として、光強度及び温度に対する光合成活性の変化を測定した。ナンキョクカワノリでは乾燥に対する光合成諸活性の変化と、液体窒素温度での蛍光発光スペクトルの変化も測定した。

イシクラゲの光合成活性は、日本と南極のものとはほぼ同じ光強度で飽和したが、光合成活性が最大となる温度は南極のものが20°C、日本のものが30°Cと、10°Cの違いが見られた。

ナンキョクカワノリは乾燥耐性をもち、吸水による光合成の回復は速やかであることが確認された。乾燥状態では光化学系IIに特異的な蛍光消光が認められ、光化学系I反応中心P700の光酸化後の再還元反応が見られなかった。また、光合成活性は光強度約1,000 $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ で飽和し、約20°Cで最大になった。

高温に対しては吸水状態では光化学系IIが失活する温度で10°C、光合成が失活する温度で5°C、日本のイシクラゲの方が高かったが、乾燥状態では大きな違いは見られなかった。

以上の結果から、イシクラゲは耐冷性を持つことで南極の環境に順化しており、吸水状態での高温に対する感受性から、順化はチラコイド膜の流動性を変化させたことによるものであると考えられる。また、乾燥状態での高温に対する耐性は膜の流動性に依存せず、光合成反応中心複合体自身の性質によるものと考えられる。

ナンキョクカワノリは乾燥耐性及び、耐冷性を持つことで南極の環境に適応しており、その乾燥に対する応答は、他の乾燥耐性を持つ水分可変型光合成生物と同様であった。光合成活性は南極の生育環境に適した光強度・温度依存性を示した。

カナダ高緯度北極圏・エルズミア島の氷河後退域モレーン上における植生発達
—維管束植物の定着セーフサイトの定量化—

Characterization of safe sites for vascular plants on a recently-deglaciated moraine
in Ellesmere island, high arctic Canada.

森 章（横浜国立大学），内田 雅己（国立極地研究所），
神田 啓史（国立極地研究所）

Akira Mori (Kyoto Univ.), Masaki Uchida (NIPR), Hiroshi Kanda (NIPR)

Colonization and establishment of vascular plants was identified to know initial process of vegetation development after deglaciation in the high Arctic. We recorded physiological characteristics of safe site for two plant species (*Salix arctica* and *Epilobium latifolium*) on a recently-deglaciated moraine at Ellesmere Island, Nunavut, Canada. Then, we found that concave sites close to larger rocks/boulders are preferable for these vascular plant species. Such sites are important as the safe site in harsh Arctic environments.

氷河後退後、時間の経過していないモレーン上では、土壌がないことや不安定な礫が堆積していることなど、維管束植物の定着にとって不適な条件下にある。そのために、植物の分布や定着は非常にまばらである。しかしながら、一部の維管束植物は、この厳しい生育条件下であるにも関わらず、侵入・定着を果たす。このパイオニア植物の定着が、リター供給を介して、土壌に有機物を集積させ、さらなる植物定着を促すことにつながる。つまり、氷河後退後、時間の経過していないモレーンにおける植物定着は、植生発達プロセスの重要な第一段階である。しかしながら、そのようなモレーンにおいて、どのように維管束植物が初期定着を果たしているのか、どのようなマイクロサイトがセーフサイトとして機能しているのかについては、よくわかっていない。これを解明することは、小氷期後の急速な温暖化に伴う植生の発達や変化のプロセスを解明するにおいて非常に重要である。

そこで、本研究では、2008 年 7 月に、カナダ高緯度北極圏エルズミア島中央部に位置するオーブローヤ湾付近のクリーガー山脈において、小氷期に形成されたばかりのモレーンを対象として、維管束植物の定着セーフサイトを調べた。対象としたモレーンは氷舌に近く、植物の被度は極端に低い。このモレーン上では、5 種の維管束植物が見られた。それらのうち頻度の高い 2 種 (*Salix arctica*, *Epilobium latifolium*) の個体が生育している場所 (10cm x 10cm) を植物の定着可能なセーフサイトと定義して、その特徴 (トポロジー, 凹凸, 礫からの距離, その礫のサイズ, 細粒物質の被度) を記録した。その結果、セーフサイトは、凹地で大きな礫の近くであることが分かった。まだ新しいモレーン上は非生物的環境が厳しく、非常に不安定な場所だが、そのような環境でも、比較的生育に好適なマイクロサイトが存在することが、氷河後退後の植生発達の第一段階として重要であることが示された。

ハイマツ表面からの水分吸収の評価

Water absorption from needle surface of *Pinus pumila*

久米 篤(九州大学 足寄演習林)

Atsushi Kume (Ashoro Research forest, Kyushu University)

In the high arctic and alpine regions, water absorption from soil is difficult for many plants because of the lower water-holding capacity of the soil and the suppressed root system development. Under such environments, plants with extremely developed root system or poikilohydric plants seem to have advantages to survive. *Pinus pumila* Regel is a representative tree species at high altitudes in Japan and generally forms dwarf scrub. It is known that the dry matter production of *P. pumila* is comparable to other ever green coniferous forests, but most of *P. pumila* is growing on rocky ridges and slopes or volcanic ash lands, which are difficult to absorb abundant water from the soil. We measured and analyzed the water budget of *P. pumila* on Mt. Tateyama in Toyama prefecture, Japan. The effect of rainfall interception at canopy layer was notable, but the canopy also captured fogs and dews with wind blowing. The absorption of water and nitrogen from needle surface was significant and such surface absorption process is an important factor to support the vegetation in the alpine regions.

高山や極地などの土壌が未発達な環境では、植物の成長に必要な水分の吸収は、水分保持能力の低い土壌と未発達な根系によって困難になっている。このような条件下では、植物は極端に根を発達させるか、あるいは、コケ類や地衣類のような変水生植物(poikilohydric plants)のように植物体表面から吸収することで生育に必要な水分を確保することが多い。ハイマツ(*Pinus pumila* Regel)は日本の中部山岳を分布の南限とし、高山の森林限界上部に優占するマツ科・マツ属の矮生低木である。密度の高い樹冠を持ち、比較的大きな群落を形成し、短い成育期間にもかかわらず、年物質生産量は低地の常緑針葉樹に匹敵するほど大きいと推定されている。その一方で、ハイマツの生育環境の多くは土壌が未発達で、根系のみで吸水を行うためには物理的に難しい環境に生育していることが多い。そこで、ハイマツ林における水動態の実態を把握するために、富山県立山の山頂部において、霧、降雨、露、林内雨、土壌水分の試験的な測定を行った。土壌表層の水分量は、ハイマツ林床よりもそれ以外の環境(岩場をのぞいた砂礫地や草地)の方で常に多く、ハイマツ林床は常に乾燥した環境下におかれていた。これは、降雨が樹冠遮断されて林床まで到達しにくいことが大きな要因として考えられた。山岳地域の夏期降水量は年毎に大きく変動し、立山の8月の月降水量は、2005年では600mm以上あったのに対して、2006年ではわずか37mmであった。降水量が豊富な時期にはハイマツ群落からの日蒸散量は5mm/dayを超えることが実測されており、夏季の必要水分量は多いと考えられた。しかし、降水量が少ない年でも、蒸散活動が完全に停止することではなく、その期間中の林内雨の比率が著しく増加するという樹冠による水の捕獲(着水)現象が確認された。すなわち、霧水や露水などによる植生上への水分供給が、降水よりも安定した水分供給源として位置づけられる可能性が示唆された。ハイマツ針葉表面からの水分吸収能力を比較した結果、当年葉は、ほとんど水分を吸収しないものの、1年葉以降では有意な水分吸収が確認された。また、ハイマツ林冠においては高い効率で降下物中の窒素を吸収していることも判明した。水分吸収や栄養塩吸収は、いずれも植物体表面で進行しており、その動態を明らかにすることは、土壌が未発達な高山における植生成立を理解する上で重要であると考えられた。

立山・弥陀ヶ原では、なぜミズゴケの成長が抑制されているのか？

Why the growth of sphagnum mosses is restricted in the Midagahara Plateau,
Mt. Tateyama, in Toyama Prefecture, Japan

前田由香（九州大学生物資源環境科学府）・久米 篤（九州大学農学研究院）

Yuka Maeda, Atsushi Kume (Kyushu University)

The Midagahara moor at Mt. Tateyama in Toyama prefecture (1930m asl.), is on the pyroclastic flow plateau that was formed about 100,000 years ago. Annual precipitation is above 4000mm, the maximum snow depth is about 5m, and the snow free period is only about 150 days. There are over thousands of ponds and the scenery of the moor is quite similar to a high moor. However, only three kinds of sphagnum mosses have been confirmed and the degree of dominance of the mosses is quite small. To investigate the limiting factor of the growth of sphagnum in this moor, seasonal changes of the growth of mosses were observed and the water quality of the ponds were measured from July to October in 2007. The increase and establishment of sphagnum mosses occurred only after the water of the ponds dried up. The water of ponds and the mountain streams were almost from precipitation and/or the melt water because the ion concentrations of water and the oxygen isotope ratios were almost equal to the precipitation. It was suggested that the growth of sphagnum mosses was restricted by the strong leaching caused by heavy snowfall and large amount of precipitation.

富山県の立山・弥陀ヶ原（標高 1930m）は、約 10 万年前に形成された尾根部に広がる火砕流台地の斜面で、年間降水量は 4000mm を超え、年間最大積雪深は約 5m、無雪期間は 150 日程度と短い。池塘が点在し、湿潤な草原の景観を示すため、高層湿原といわれている。しかし、ミズゴケが 3 種類しか確認されておらず、優占度も低く小型である。そこで、弥陀ヶ原のミズゴケの成長が抑制されている要因を追究するため、2007 年 7～10 月に池塘の水質の季節変化を測定し、ミズゴケの生育状況を記録した。池塘の水が干上がった後に降水によって復活した全ての池塘では、新たなミズゴケの定着・増大が観察された。池塘や湿地内の沢水のイオン成分濃度は降水とほぼ等しく、一般的な高層湿原と比較しても非常に低濃度で維持されたことから、池塘、沢水はほぼ降水または雪解け水起源ではないかと考えられた。酸素同位体比との挙動から、外部から供給されたイオン成分のほとんどは、湿原で吸収されていると考えられた。出葉と落葉が、池塘の水質に影響を与えていると考えられた。台風や季節風による海塩輸送の影響も示唆された。雪解け直後の池塘周辺は緑色のミズゴケは見られず、雪解けからある程度時間が経過して乾燥している部分からミズゴケの成長が見られた。以上より、弥陀ヶ原は、泥炭化によって生じた高層湿原とは異なり、水はけの悪い凸状地形の上に植生が形成され、大量の雪解け水などが他の湿原のように滞留することなく常に流下することで激しい溶脱が生じ、貧栄養な環境が維持されることによってミズゴケの成長が抑制されていると考えられた。

南アルプス三峰カールにおける植生とムカゴトラノオの分布

Vegetation and distribution of *Polygonum viviparum* in Mibu cirque at South Alps of Japan

富田美紀, 増沢武弘 (静岡大学 大学院)

Miki Tomita, Takehiro Masuzawa

(Shizuoka University Graduate School of Science and Technology)

Polygonum viviparum is a circumpolar plants. This plant has flowers and bulbils. Flower of this species does not bear seed. It propagates mainly by bulbils. There are few reports about several growing site distribution of *P. viviparum* at alpine zone. To discuss about habitat of *P. viviparum*, soil structure and distribution of *P. viviparum* were investigated in Mibu cirque.

P. viviparum is distributed in Alpine high stem plant community and moist community such as alpine marsh. Vegetation and soil structure were investigated. Number of *P. viviparum* in 50cm×50cm quadrat was counted each size of plants type (with flower, only bulbils, without inflorescence, medium leaf, small leaf).

In Alpine high stem plant community, *P. viviparum* is distributed not the place where *P. weyrichii* var. *alpinum* dominated and surface covered angular, but the place having humic layer existed.

Temperature of 5 cm depth in soil around by marsh was at a uniform about 10°C. But that in moss was low than that in around marsh. This means there are more small individuals at marsh than that at around marsh.

ムカゴトラノオは周北極植物である。花茎に花とムカゴをつけるが、花は開花してもほとんど結実しないため、繁殖は主にムカゴを用いて行われていると考えられる。高山帯の風衝地や草本群落の中に広く見られるが、高山帯でなぜそれだけ分布が広いのかということについての研究はあまりなされていない。そこで、本研究ではカール地形内において、土壤環境とムカゴトラノオの分布を対応させてムカゴトラノオの生育地についての考察を行った。

調査は南アルプス間ノ岳の三峰岳カールで行った。カール地形内のハクサンイチゲやシナノキンバイなどの高茎草本が優占する高山高茎草本植物群落と、高山帯ではまれな湿地周辺の湿性群落に生育するムカゴトラノオを対象とした。各調査地では植生、土壤断面を調査した。ムカゴトラノオについては、50cm×50cm の方形区内に生育する個体についてサイズごとに（花あり、ムカゴのみ、花茎なし、中、小）個体数を測定した。

高山高茎草本植物群落では、ムカゴトラノオは腐植質土層が表面に存在する場所に生育していた。それに対し、表面が角礫で覆われており、オンタデが優占する場所では確認されなかった。この調査地は崖錐の下部にあたり、上部で形成された植生や岩礫が土石流などによって移動し堆積する場所である。ムカゴトラノオが生育していない場所は、表面角礫に覆われているため、植物の生育に適さない岩屑が堆積した場所と考えられる。ムカゴトラノオはムカゴを用いて繁殖を行う。風散布種子のように広範囲に分布を拡大することができないため、このような分布になると考えられる。

ムカゴトラノオが生育していた湿性群落において、コケの中とその周辺の土壤の 5cm 深の温度を比較したところ、土壤温度は 10°C 付近で一定であるが、コケの中の温度は地温より常に低い値を示していた。コケ群落で比較的小個体が多いのは土壤中温度が低く生長が抑制されているためと考えられる。

富士山の森林限界 - 20 年及び 30 年間の変動 -

Timberline of Mt. Fuji - Structural change in timberline during 20 and 30 years -

増沢武弘¹⁾, 大石このみ¹⁾, 富田美紀¹⁾, 崎尾均²⁾¹⁾静岡大学 理学部, ²⁾新潟大学 農学部Takehiro Masuzawa¹⁾, Konomi Ohishi¹⁾, Miki Tomita¹⁾, Hitoshi Sakio²⁾¹⁾Shizuoka University Faculty of Science, ²⁾Niigata University Faculty of Agriculture

The forest community of timberline on Mt. Fuji has advanced upward for 21 years from 1978 to 1999 and to 2008. Dominant tree species of the timberline, namely, *Alnus maximowiczii*, *Salix reinii*, and *Larix kaempferi* were invaded into upper area of timberline. Particularly, there were a lot of seedlings of *Larix kaempferi* invaded into upper area.

The results of the analysis of tree age shows that *Larix kaempferi* invaded into upper area first of all canopy trees (*Larix kaempferi*, *Abies veitchii* and *Picea jezoensis* var. *hondoensis*). The invasion of *Abies veitchii* was the latest among three canopy tree species. These results were also suggested in the patterns of seedling establishment for 21 or 30 years. *Larix kaempferi* can invade the severe condition site among three canopy tree species. The most of the seedlings of *Abies veitchii* invaded into vegetation patch.

富士山の南東斜面では宝永の噴火（1707 年）の後に植生が回復し、現在の森林限界は標高 2400m 付近に位置している。本研究では森林限界における樹木集団の動態を把握するために 20 年間および 30 年間の樹木の生長・侵入・枯死について解析を行なった。1978 年に森林限界を含む 130m のベルトトランセクトを設置し、樹種・樹高・DBH の測定を行なった。その後 1999 年と 2008 年に同じ調査区で再測定を行なうとともに、林床に侵入した樹木実生の個体数およびサイズを測定した。また、カラマツ・シラビソ・トウヒの林冠木の樹齢解析を行なった。

森林限界の上部にミヤマヤナギやミヤマハンノキなどのパイオニア種が分布し、森林限界はカラマツで構成されていた。それより下部は常緑針葉樹のシラビソやトウヒが優占種となっていた。20 年間および 30 年間の間に森林限界上部のパイオニア種はさらに上方に侵入する一方で、カラマツ林内にあったこれらの樹種の個体数は減少した。森林限界付近のカラマツは生長し、上方にも多くの個体が侵入していた。また、カラマツ林の林床にはシラビソやトウヒの侵入が見られた。林冠木の樹幹解析の結果、カラマツ、トウヒ、シラビソの順で森林限界に侵入していた。

以上の結果から、富士山の南東斜面の森林限界は 30 年間に上昇していることが明らかになった。それにはミヤマヤナギやミヤマハンノキの低木がカラマツとともに森林限界の上部に侵入し、その林床にトウヒやシラビソの常緑針葉樹が定着するというメカニズムをとっていると予想された。

北海道北部の利尻山におけるダケカンバ落葉上の
微小菌類の標高に沿った分布

大園享司（京大・生態研センター）、広瀬大（日大・薬学部）

Altitudinal distribution of microfungi associated with *Betula ermanii* leaf
litter on Mt. Rishiri, northern Hokkaido

Takashi Osono (CER, Kyoto Univ.), Dai Hirose (Faculty of Pharmacy, Nihon Univ.)

The altitudinal distribution of microfungi associated with *Betula ermanii* leaf litter was investigated on Mt. Rishiri (1721m) on Rishiri Island, northern Hokkaido, Japan. Fallen *Betula* leaves were collected at 5 sampling sites along a walking trail on the northern slope at altitudes of ca. 300, 600, 900, 1200, and 1500 m a.s.l. in July 2007, and microfungi were isolated from the leaves with a washing method. A total of 35 species were isolated from *Betula* leaves, and 12 of them were regarded as major species. Species richness, diversity, and equitability of microfungal assemblages were lower at Site 1500 than at the other sites. Similarities of species composition were relatively high among Sites 300, 600, and 900, and similarities between these sites and sites at the higher altitudes (i.e., Sites 1200 and 1500) were low. Similarity of species composition was relatively low between Sites 1200 and 1500. These results suggest that the diversity and species composition of *Betula* microfungi are sensitive to environmental changes along the altitude on Mt. Rishiri, and this is especially so at the higher altitudes than ca. 1200m.

ダケカンバ落葉に生息する微小菌類の標高に沿った分布を、北海道北部の利尻島にある利尻山（標高 1721m）で調べた。2007 年 7 月に、北面の登山道に沿った標高 300, 600, 900, 1200, 1500m の 5 地点で落葉を採取して洗浄法で微小菌類を分離した。全体で 35 種の微小菌類が出現したが、うち 12 種が高頻度で出現した。微小菌類の種の豊かさ、多様度指数、均衡度は 1500m 地点において他の 4 地点よりも低かった。種組成の類似度は 300, 600, 900m の 3 地点で比較的高かったが、これら 3 地点とより高標高の 2 地点（1200, 1500m）との類似度は低かった。また 1200m 地点と 1500m 地点の類似度は低かった。以上の結果から、ダケカンバ落葉上の微小菌類の多様性と種組成は利尻山の標高にともなう環境の変化に対して変化しており、その変化は特に 1200m より高標高の地点で顕著であった。

南極ラングホブデ地区のぬるめ池で発見されたソコミジンコ類
Harpacticoid copepods from a saline lake in East Antarctica

高橋邦夫・工藤栄(極地研)・田邊優貴子(総研大)・

斎藤憲二(遺伝研)・谷村篤(三重大)・菊地義昭(元茨城大学)

Kunio T. Takahashi, Sakae Kudoh (NIPR), Yukiko Tanabe (SOKENDAI),

Kenji Saito (NIG), Atsushi Tanimura (Mie Univ.) and Yoshiaki Kikuchi (Ibaraki Univ.)

The 38th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) reported finding copepods in the sediments of Lake Nurume Ike, a thalassohaline meromictic lake on the Sôya Coast in the Langhovde region of East Antarctica. Microscopic analysis of the copepods suggested that they were morphologically similar to Harpacticoida, a ‘benthic copepoda’. During the summer period of the 49th JARE we used a modified ‘NIPR-1’ propeller net to quantitatively sample for organisms living in the water-sediment interface in Lake Nurume Ike.

Copepods were found at all sampling sites (2-10m depth). Preliminary microscopic observations revealed that the copepods were morphologically similar to the genus *Harpacticus* spp., and contained at least two distinctly different species; one of them, the majority in the collected samples, was *Harpacticus furcatus* LANG. Another species showed small body size and slight morphological differences in several parts of the body, presumably belongs to new, unreported species from waters in Antarctic Continent. Our samples contained adult males, females with egg sacs, precocious individuals (precopulatory mate guarding), and copepodite stage I-V. The presence of these stages suggests that the copepod population has been established in Lake Nurume Ike.

昭和基地の南方 20km、リュツォ・ホルム湾のラングホブデ地区にある“ぬるめ池”は、最大水深 18m、面積 3.1ha の小規模な塩水湖であり、約 1000 年前に地盤の隆起により海水が取り残されて形成されたと考えられている。ぬるめ池の地史的調査を実施した第 38 次日本南極地域観測隊(1997/98 年度)の採泥観測において、水深 2~3m 付近の有機物に富んだ褐色の砂泥質からカイアシ類(Copepoda)が発見された。このカイアシ類はハルパクチクス目(ソコミジンコ類)に属し、南極半島西岸の潮溜まりや、東南極の Vestfold Hills 地区の海水が入り込む水溜りでの出現が報告されている *Harpacticus furcatus* LANG と類似していた(菊地未報告)。第 49 次日本南極地域観測隊(2007/08 年度)では、ぬるめ池においてソコミジンコ類の本格的な試料採集を試み、同時に水平分布、および日周移動を調査した。

ソコミジンコは採集した全ての観測点で出現した。数十個体を解剖したところ、*H. furcatus* であることが確認された。しかしながら、形態的に異種である可能性が高い個体(*Harpacticus* sp. A)も見出された。主な相違点は、*Harpacticus* sp. A が小型であることと、*H. furcatus* の雌成体の尾叉にみられる顕著な刺毛が *Harpacticus* sp. A では確認できないという 2 点であった。今後さらなる形態観察を行なうとともに、遺伝子解析による種の同定を試みる予定である。

本調査においてコペポダイト幼生期の全ステージ、卵を抱えた雌成体やソコミジンコ類でよく見られる交尾前ガード(交尾のために雄が雌をつかんだままでの状態)が確認された。これらの発見は、数千年前に海から隔離されたソコミジンコ類が、湖内で再生産を繰り返して生き延びてきたことを示唆する結果であると考えられた。

2 次元培養および再構成皮膚中のヒト皮膚線維芽細胞への紫外線照射の影響

The effect of UV-radiation on human fibroblasts

in two-dimensional cultivation and artificially reconstructed skin

岩野耕助^{*1}, 山本達之^{*1}, 高橋哲也^{*2}, 麻生祐司^{*2}, 大谷修司^{*2},
 神田啓史^{*3}, 伊村智^{*3}, 工藤栄^{*3}, 入江伸吉^{*4}, 服部俊治^{*4}, 田中啓友^{*4},
^{*1} 島根大学生物資源科学部, ^{*2} 島根大学教育学部, ^{*3} 国立極地研究所,

^{*4}(財)日本皮革研究所／(株)ニッピ・ハイマトリックス研究所

Kosuke Iwano^{*1}, Tatsuyuki Yamamoto^{*1}, Tetsuya Takahashi^{*2}, Yuji Aso^{*2}, Shuji Ohtani^{*2}, Hiroshi Kanda^{*3},
 Satoshi Imura^{*3}, Sakae Kudoh^{*3}, Shinkichi Irie^{*4}, Shunji Hattori^{*4} and Keisuke Tanaka^{*4}, ^{*1}Faculty of Life
 and Environmental Science, Shimane University, ^{*2}Faculty of Education, Shimane University, ^{*3}National
 Institute of Polar Research, ^{*4}Japan Institute of Leather Research／Nippi Research Institute of Biomatrix

Abstract

The effect of ultraviolet radiation on human fibroblast cells was studied by means of two-dimensionally cultivation and artificially reconstructed skin. The human fibroblast cells were cultivated in a CO₂ incubator using normal DMEM culture after confirming confluent conditions before UV exposure. The source of UV radiation was either of naturally or artificially obtained; the former, the solar radiation at Syowa station derived from the outside of buildings via fibro-optical cables in summer (Dec. 2007) as well as Autumn (Feb. 2008), the latter, the artificially generated UV-A or UV-B light using UV lamps. After radiated either of these light sources, the amount of MMP protein was examined by the method of zymography if the amount was changed or not. The UV exposure experiments will be also done at Syowa station in Spring (Oct. 2008). The evaluations of the UV exposure experiments using artificial light sources have been in progress. Those experiments carried out at Syowa in three seasons will be studied together to evaluate the effect of the ozone hall. The artificially reconstructed skin was prepared from bridged gelatin and fibroblast cells were cultivated the same culture to two-dimensional study. Many pores observed in the SEM photos of reconstructed skins seem to serve as domiciliating spaces for the cells. The samples dyed by H-E method also suggest that the cells fairly settled in the reconstructed cells.

要旨

ヒト線維芽細胞を、2次元培養法と再構成人工皮膚中で培養を行い、紫外線照射が線維芽細胞に及ぼす影響について調べた。ヒト皮膚線維芽細胞は、DMEMと牛血清に抗生物質を加えた通常の培養液によってCO₂インキュベータ中で維持し、コンフルエントな状態を確認してから紫外線照射を行なった。照射する紫外線は、①昭和基地の環境科学棟内に光ファイバによって引き込んだ、南極の自然光、②人工的なUV-AとUV-Bの光源から放射光の2種類の光源を各々用いた。線維芽細胞から産生されるMMPタンパク質の量が、紫外線照射によって変化するかどうか、ザイモグラフィ法によって調べた。現在は、人工光源による紫外線照射の影響について評価を行なっているが、昭和基地で実施予定の南極の春にオゾンホールが発生している時期の紫外線照射の実験と合わせて評価を行なう予定である。再構成人工皮膚は、コラーゲンを模して架橋ゼラチンから合成し、線維芽細胞を2次元培養と同じ培養液を用いて培養した。再構成人工皮膚のSEM写真には細胞サイズより大きめの多くの空洞が観察され、線維芽細胞はそこに定着すると推察された。線維芽細胞を含んだ再構成皮膚のヘマトキシン・エオジン染色写真からも、細胞が再構成人工皮膚中で定着している様子が観察された。

^{137}Cs AND ^{40}K IN FOOD CHAINS OF KING GEORGE ISLAND (SOUTH SHETLANDS, ANTARCTICA)

M. A. Olech^{1,2}, K. Sobiech-Matura¹, A. Masniak¹, J. W. Mietelski³

¹Institute of Botany, Zdzislaw Czeppe Department of Polar Research and Documentation,
Jagiellonian University, Kopernika 27, Krakow, Poland;

²Department of Antarctic Biology, Polish Academy of Sciences, Ustrzycka 10/12, Warsaw,
Poland;

³The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences,
W.E. Radzikowskiego 152, Krakow, Poland

The aim of the conducted measurements was to estimate activity ratios of ^{137}Cs and ^{40}K in Antarctic maritime and terrestrial food chains. ^{137}Cs is an artificial radioactive isotope, and ^{40}K is a natural one. The main source of radiocaesium in the Southern Hemisphere is global fallout after nuclear explosions in the open atmosphere. It is transported via air and oceanic streams even to most remote places on Earth. Our measurements allow to estimate the present state of radioactive pollution of Antarctic environment and also to examine the natural level of radioactivity. Samples were collected from King George Island (South Shetlands, Antarctica) during two expeditions: 2005/2006 and 2006/2007. Examined samples included different elements of Antarctic terrestrial and marine environment. Among terrestrial samples were *Sanionia uncinata*, *Prasiola crispa*, two lichen species, *Usnea antarctica* and *Usnea aurantiaco-atra*, 10 soil profiles, two of which were located at the fresh outcrop. Maritime food chain was represented by different animal species e.g. *Notothernia coriiceps*, *Pygoscelis adeliae*, *Waldeckia obesa*, and also macroalgae, e.g. *Cystosphaera jacquinotii*, *Ascoseira mirabilis*. Samples were measured using gamma rays spectrometric systems with HPGe detectors. Obtained results show that there are no relevant differences between ^{137}Cs and ^{40}K activity concentrations in maritime and terrestrial environment elements, and levels of ^{137}Cs contamination are very low. Planned further investigation will allow to estimate activity ratios of more radioisotopes, such as $^{238, 239+240}\text{Pu}$, ^{90}Sr and ^{241}Am .

南極・極限環境における生物の進化・適応に関する総合的調査

1. 有機物

Evolution and adaptation of living in the extreme environments

1. Organic condition

三田肇（福岡工大）、橋田千佳（安田女子大）、橋本博文（JAXA/ISAS）、日高敏隆、河崎行繁（IAS 総合研究所）、岸本海織（帯広畜産大）、小林憲正（横浜国大）、宮川厚夫（静岡大）、永縄一樹（横浜国大）、小川麻里（安田女子大）、佐藤修司（横浜国大）、鈴木忠（慶應義塾大学）、高橋淳一（NTT）、高野淑織（JAMSTEC）、辻堯（玉川大）、若菜勇（釧路市教委）、山田一孝（帯広畜産大）、藪田ひかる（大阪大）、吉村義隆（玉川大）、

Mita, Hajime (Fukuoka Inst. Technol.), Hashida, Chika (Yasuda Women's Univ.), Hashimoto Hirofumi (JAXA/ISAS), Hidaka, Toshitaka, Kawasaki, Yukishige (Inst. Advanced Studies), Kishimoto, Miori (Obihiro Univ. Agri. Vet. Med.), Kobayashi, Kensei (Yokohama Natl. Univ.), Miyakawa, Atsuo (Shizuoka Univ.), Naganawa, Kazuki (Yokohama Natl. Univ.), Ogawa, Mari (Yasuda Women's Univ.), Satoh Shuji (Yokohama Natl. Univ.), Suzuki, Atsushi (Keio Univ.), Takahashi, Junichi (NTT), Takano, Yoshinori (JAMSTEC), Tsuji Takashi (Tamagawa Univ.), Wakana, Isamu (Kushiro Edu. Res. Cent.), Yamada, Kazutaka (Obihiro Univ. Agri. Vet. Med.), Yabuta, Hikaru (Osaka Univ.), Yoshimura, Yoshitaka (Tamagawa Univ.)

Abstract In this project, the researcher of various fields cooperates to analyze the evolution and adaptation of living organisms in the extreme environments with various tools of chemical and biological analyses. In addition to the distribution analysis of microorganisms, animals and plants, we will analyze the spatial and time distributions of organic compounds, *e.g.* amino acid, fatty acid, lipids, pigments, in the soils, snow, ice, lakes, ocean samples. By the comparison of results of biological and chemical analysis, new knowledge of ecosystem in the extreme environments will be clarified.

要旨 本総合調査では、多様な分野の研究者が連携し、多様な測定手段を用いて、極限環境中の構成物全般を調査し、関連付けることで、極限環境における生物の進化と適応性に関する知見を得ることを目的としている。そこで、微生物・微小生物や植物といった生物のみの調査だけでなく、有機物の動態についても調査を行うことで、物質循環や生物と環境との相互作用、生物間の相互作用を明らかにする。

有機物の動態を調査では、土壌・雪氷・湖水・海洋などに含まれるアミノ酸・脂肪酸・脂質・色素化合物などの生体関連有機物の空間的・時間的分布を明らかにすることで、有機物の移動を介した生物間の相互作用を調べることができる。また、紫外線や宇宙線強度が強いことに起因する有機物変成の影響を明らかにし、生物の進化や環境適応に関する基礎的な知見が得られる。生物学的な解析結果と化学的な解析を結果を比較対照することで、極限環境の生態系に関する多くの知見が得られるであろう。

本発表では、小川らが採取した南極地域の雪氷中のアミノ酸や脂質などの分析を進めており、その予察的な解析結果について報告する。

南極・極限環境における生物の進化・適応に関する総合的調査 2. 微小生物

Evolution and adaptation of living in the extreme environments 2. bacteria and microorganisms

橋田千佳¹, 橋本博文², 日高敏隆, 河崎行繁³, 岸本海織⁴, 小林憲正⁵, 三田肇⁶,
宮川厚夫⁷, 永縄一樹⁵, 小川麻里¹, 佐藤修司⁵, 鈴木忠⁸, 高橋淳一⁹, 高野淑織¹⁰, 辻堯¹¹,
若菜勇¹², 山田一孝⁴, 藪田ひかる¹³, 吉村義隆¹¹

(¹安田女子大学, ²宇宙航空研究開発機構, ³IAS 総合研究所, ⁴帯広畜産大学, ⁵横浜国立大学, ⁶福岡工業大学, ⁷静岡大学, ⁸慶應義塾大学, ⁹NTT, ¹⁰海洋研究開発機構, ¹¹玉川大学, ¹²釧路市教育委員会, ¹³大阪大学)

Hashida, C¹, Hashimoto, H², Hidaka, T, Kawasaki, Y³, Kishimoto, M⁴, Kobayashi, K⁵, Mita, H⁶,
Miyakawa, A⁷, Naganawa, K⁵, Ogawa, M¹, Satoh S⁵, Suzuki, A⁸, Takahashi, J⁹, Takano, Y¹⁰, Tuji,
T¹¹, Wakana, I¹², Yamada, K⁴, Yabuta, H¹³, Yoshimura, Y¹¹

(¹Yasuda Women's University, ²Japan Aerospace Exploration Agency, ³Institute for Advanced Studies, ⁴Obihiro University of Agriculture & Veterinary Medicine, ⁵Yokohama National University, ⁶Fukuoka Institute of Technology, ⁷Shizuoka University, ⁸Keio University, ⁹NTT, ¹⁰Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ¹¹Tamagawa University, ¹²Kushiro Education Research Center, ¹³Osaka University)

In this project, the researchers in the various fields cooperate to study the evolution and adaptation of living organisms in the extreme environments, Antarctica, with various tools of chemical and biological analyses.

(1) The aggregates composed of micro plants, such as cyanobacteria, algae and aquatic moss were collected from Hotoke-ike in Skarvsnes area and from Lake Skallen Oike in Langhovde area in JARE49.

The distributions of pH, temperature and ORP inside the aggregates were measured at the collected places of Antarctica.

The inner structures of the aggregates were analyzed by computed tomography. The similarity in structures between Antarctic algae ball from Lake Skallen Oike and Japanese algae ball, MARIMO in Lake Akan-ko is shown.

(2) Vostok core sample at the 1500m under the ground and ice snow samples from edges of Antarctic ice sheet are compared to find the analyzing method for samples in the extreme environmental condition.

本総合調査では、多様な分野の研究者が連携し、多様な測定手法を用いて極限環境中の構成物全般を調査し関連付けることで、極限環境における生物の進化や適応に関する知見を得ることを目的としている。

(1) 東南極地域の湖沼の一部では、らん藻類、藻類、こけ類など、水中の微小生物が集合体を作って生息することが知られている。第49次南極観測において、仏池のコケ集合体(コケボウズ)、スカーレン大池の藻類集合体(南極マリモ)を採集し、生息環境および内部環境の調査を行った。また、コンピュータ断層撮影(Computed Tomography, CT)による内部構造調査を行ない、北海道阿寒湖に生息する藻類集合体の一種である特別天然記念物マリモの特徴と比較したところ、内部構造の類似性等が明らかとなった。微小生物集合体を構成する生物の特徴や集合体内部の環境や構造を調査することで、環境に生物が適応する過程を知ることができると考える。

(2) 南極ボストーク地下1.5km(7万5千年前)の雪氷試料と、第49次南極観測において南極氷床末端部で採取した雪氷試料を比較し、南極ボストーク湖等の試料の解析方法について検討する。

JARE49 における Aliens 活動の報告

Aliens in Antarctica: A report of JARE49

辻本恵 (総研大)・伊村智 (極地研)・神田啓史 (極地研)

Megumu Tsujimoto (SOKENDAI)・Satoshi Imura (NIPR)・Hiroshi Kanda (NIPR)

The impact of non-native (alien) species on ecosystem is one of the big issues of the 21st century. Antarctica is not immune to this problem with some alien species having established on the Antarctic continent and on most sub-Antarctic islands. *Aliens in Antarctica* is an international project sponsored by SCAR that will help inform the Antarctic Treaty parties of the size and nature of the threat and possible mitigation methods. This project aims to assess the propagule load carried by people on a large subsample of Antarctic voyages/flights into the Antarctic and subantarctic islands during the 2007/08 summer of IPY. Japanese part of this project was carried out in 2007 during the 49th Japanese Antarctic Research Expedition. Subjects of the survey included expeditioners, cargos, and fresh foods.

The main part of Japanese survey involved 53 expeditioners. The outer clothing and equipment of each member were inspected anonymously for propagules. Concurrently, recent travel histories were surveyed to assess the potential level of the propagule risk on the Antarctic ecosystem. In this study, a brief report on the activities of this expeditioner survey will be presented together with the discussions on the expected outcome and possible impacts.

移入種(alien)がある地域の生態系にもたらす影響は、今世紀が直面している最も重要な課題のひとつである。南極の陸上生態系には移入種に対する免疫がほとんどなく、すでに南極大陸や亜南極の島々において多数の移入種の定着が確認されている。そんななか、Aliens in Antarctica という国際プロジェクトが、南極研究科学委員会(SCAR)のもとに発足し、移入種が招きうる危険性とその軽減対策を南極条約加盟国に報告することを視野に入れ活動を開始している。本プロジェクトは、国際極年にあたる 2007・08 シーズンにおける南極大陸および亜南極の島々へ向かう航海・航空便からの大規模サンプリングにより、人々が持ち込んでいる可能性のある繁殖体の負荷の大きさを評価することを目的としている。本プロジェクトの日本における取り組みとして、第 49 次日本南極地域観測隊では、2007 年に観測隊装備・積荷・生鮮食品を対象とした調査を実施した。

日本隊による主要調査である観測隊装備調査では 53 名の隊員を匿名のまま対象とし、各メンバーの衣類品や装備に繁殖体が付着しているかどうかを検査した。また、持ち込んでいる繁殖体のもつ、南極の陸上生態系への潜在的危険性を調査するため、最近の旅行歴についての調査も同時に行った。本研究では、第 49 次日本南極地域観測隊における Aliens 活動の報告と、観測隊装備を対象とした調査に期待される成果とその影響について議論を行う。

Australian and Japanese research in the Antarctic: the benefits of cooperation

So Kawaguchi

Australian Antarctic Division

203 Channel Hwy, Kingston, TAS, 7050 Australia

Parts of Antarctica are some of the most rapidly warming places on the globe, and as a consequence the extent of winter sea ice is decreasing around the Antarctic Peninsula. Drastic change in UV radiation has been observed as a result of stratospheric ozone depletion. Atmospheric CO₂ levels are rising globally, and due to the greater solubility of CO₂ in cooler water, the Southern Ocean is thought to be one of the first ecosystems on the globe to be affected by ocean acidification. Additionally, there is a history of exploitation of a range of species (seals, whales, fish, krill) since 18th century. The Antarctic is often described as the window for the future global environment. Monitoring this environment is important, not only for the need to detect early signs of change, but also to improve our understanding of the system and to allow predictions for the future. Currently long-term monitoring sites conducting comprehensive marine ecosystem observations are all located in the Southwest Atlantic (LTER, US-AMLR). Similar ecosystem monitoring sites are lacking in other areas of the Antarctic. Environmental trends and rates of changes differ between areas around the Antarctic continent. To view Antarctica as an entire system, we desperately need to have such information from all regions of Antarctica. In that sense, Australia and Japan share a unique and important position within the Antarctic research community. We both have permanent stations in the East Antarctica, continuously observing an incredible amount of data, as well as the execution of successful large scale snapshot ecosystem surveys in a region, which encompass more than a quarter of the coast line. There is a proud history of successful research collaborations between Australia and Japan in Antarctic ecosystem studies. Further strengthening Japanese-Australian cooperation/collaboration will provide a wealth of information for the whole Antarctic research community. Through my talk, I will also illustrate the issues we may need to address for further successful and meaningful collaboration between the two nations in the future.

SUCCESS OF THE COLLABORATIVE EAST ANTARCTIC MARINE CENSUS (CEAMARC) SURVEY: SETTING THE BENCHMARK OF MARINE BIODIVERSITY TO UNDERSTAND CLIMATE CHANGE IMPACTS.

G.W. Hosie^{1*}, P. Koubbi², C. Ozouf-Costaz³, M. Riddle¹, T. Ishimaru⁴, A. Goffart⁵, D.M. Stoddart¹, and the CEAMARC Team

1) Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Australian Government Antarctic Division, 203 Channel Highway, Kingston, Tasmania 7050, Australia

* Corresponding author: graham.hosie@aad.gov.au

2) Université de Paris VI, 3) Muséum National d'Histoire Naturelle, 4) Tokyo University of Marine Science and Technology, 5) Université de Liège

The Census of Antarctic Marine Life (CAML) is investigating the distribution and abundance of Antarctic marine biodiversity and how it will be affected by climate change. The main survey period is in 2007-2008, involving scientists from 30 countries and 16 vessels. CEAMARC was a Australia-France-Belgium-Japan collaborative survey using vessels from Australia, France and Japan contributing to CAML with scientists and students from all four nations, as well as Canada, USA, Argentina, and Spain. CEAMARC was a highly coordinated and comprehensive survey of the plankton, fish, benthos and oceanography of the waters north of Terre Adélie and George V Land of Eastern Antarctica. Traditional sampling methods were used, supplemented by modern molecular analytical methods to identify species. In addition high definition video profilers and cameras mounted on trawl nets. Numerous new and rare invertebrate species were recorded in the survey. While no new species of fish were identified, several species were new to the area. Midwater trawl and plankton net sampling in the mesobathypelagic zone produced a higher diversity and abundance of gelatinous zooplankton than expected. Video imaging proved invaluable in understanding the *in situ* behaviour of the marine life. By working together and using the resources of three ships we were able to sample about 130 sites between the French station Dumont d'Urville and Mertz Glacier. Nearly 1000 primary samples were collected from nets, CTD, grabs, water bottles etc. These have now been distributed around the world for identification by taxonomic experts or for further processing. Twenty-two papers have been identified for a special volume but many more papers are expected. In terms on Education and Outreach, the CEAMARC Survey received considerable international media attention and similar national media attention in the host nations, which has contributed to raising public awareness of Antarctica and associated issues. Just as important, CEAMARC has so far supported 15 PhD and MSc theses. The majority of these are in Japan. CEAMARC will provide a robust benchmark of the biodiversity in the survey area which is expected to become one of the CAML legacy sites for long term monitoring of the biota and its response to future change.

Relationship between distribution of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and environmental index MTEM-200 in the entire Antarctic Ocean

Naganobu, Mikio (National Research Institute of Far Sea Fisheries), Takashi Kitamura and Keiichi Hasunuma (Ocean Science and Technology Integrators)

Key words: Antarctic krill, environmental index MTEM-200, entire Antarctic Ocean scale, world ocean data

1. Introduction

Antarctic krill (*Euphausia superba*) is the key species of the Antarctic marine ecosystem and human fishing resources. Essentially, relationships between krill distribution and oceanographic conditions have been an age-old recurrent problem and many papers have been published on the subject since the British Discovery Reports. However, there was no remarkable achievement in particular the entire Antarctic Ocean. To clarify the relationship between krill distribution and oceanographic environment, we have analyzed two datasets combined. One is krill fishing records from the CCAMLR database. Another is accumulated water temperature data of the World Ocean Database. We here focus mean-field (climatologic analysis) in all season.

2. Materials and Methods

The water temperature-based environmental index MTEM-200 (mean temperature from the surface to 200 m) was introduced as an environmental indicator of organisms in the Antarctic Ocean. We used the World Ocean Atlas 2005 (WOA05) for our temperature analysis. The data period extends from 1772 to 2005, but most data are from after the 1960s. The number of water temperature observations is more than 280,000 points (Figure 1). For krill fishing data, we used CCAMLR fine-scale catch and effort data collected by vessels fishing for krill in all areas of the Southern Ocean and all seasons. The krill fishing data used here include 207,841 world historical fishing records from January 1973 to March 2008, contributed by 16 countries. We also compared the geographical distributions of krill predicted by Marr (1962) and oceanic fronts by Orsi et al. (1995) with MTEM-200.

3. Results and Discussion

We have examined fishing depth. The peak of fishing catches clearly appeared around 50 m and 94% of all krill fishing catches occurred in water shallower than 200 m. Furthermore, horizontal distribution of krill fishing points concentrated in three waters in the east Antarctic Ocean, the Scotia Sea, and north of South Georgia Island. From the above results, we calculated MTEM-200 and compared it with horizontal distribution of fishing. The result indicated the strong correlation between krill fishing locations and MTEM-200 in the entire Antarctic Ocean (Figure 2). Waters that were efficient and stable for fishing were distributed in a narrow range with steep meridional gradients between -1.0 and 1.0 °C. Large fishing catches indicated the remarkable two peaks; -0.5 – -0.1 °C and 0.5 – 0.8 °C which located in the Scotia Sea, and north of South Georgia

Island, respectively.

Similarly, the historical krill distribution based on the Discovery Report's net sampling coincided with this study results and each of the isopleths of MTEM-200 substantially corresponded with each oceanic front such as Polar Front, Southern Antarctic Circumpolar Current Front and others in the Southern Ocean. MTEM-200 can be applied for the further analysis of seasonal and/or annual variability.

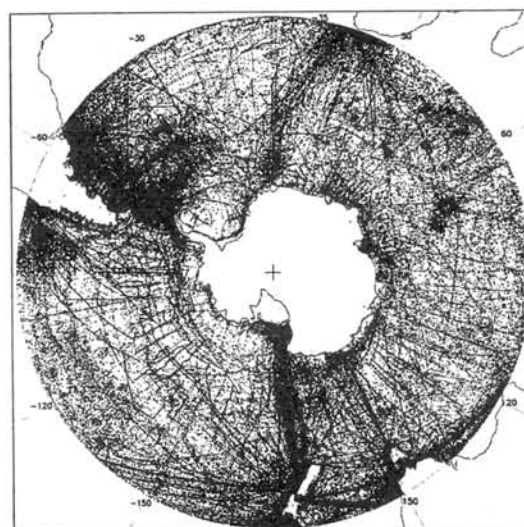


Figure 1: Distribution of water temperature observations south of 35°S in WOA05.

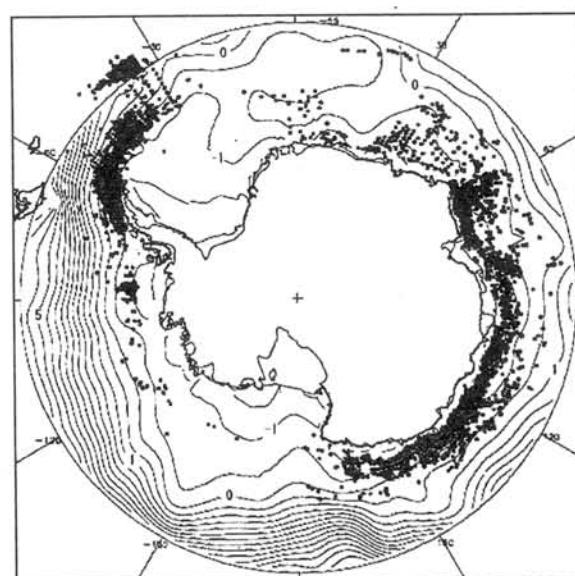


Figure 2: Plot of fishing locations for Antarctic krill and MTEM-200 (°C) south of 55°S and South Georgia Island waters.

西南極地域サウスオークニー諸島におけるアデリーおよびヒゲペンギンの ファインスケールでの海洋環境利用

Fine-scale linkages between foraging penguins and marine habitat features in South Orkney Islands, Antarctica.

高橋晃周（極地研）・渡辺伸一（福山大）・國分互彦（総研大）・

内藤靖彦（極地研）・宮崎信之（東大海洋研）・Phil Trathan（英国 BAS）

A. Takahashi (NIPR), S. Watanabe (Fukuyama Univ.), N. Kokubun (SOKENDAI),

Y. Naito (NIPR), N. Miyazaki (ORI, Univ. Tokyo), P. Trathan (BAS)

Studying the fine-scale linkages between the foraging behaviour of top predators and marine habitat features is essential to better understand the effects of environmental change on these predators. We report how Antarctic penguins use the marine environment at a fine scale, by using GPS and cameras data loggers. We deployed these data loggers on Adélie and chinstrap penguins in Signy Island, South Orkney Islands, during Dec. 2007-Jan. 2008 (Adélies) and Jan.-Feb. 2008 (chinstraps). Fine-scale bird position and diving data from GPS loggers showed that Adélie penguins performed mostly shallow (< 30 m) pelagic dives, while chinstrap penguins performed deep (> 80m) benthic dives reaching to the sea floor (29% of all dives) as well as shallow pelagic dives. All foraging trips (n=21) of Adélie penguins contained mostly pelagic dives (i.e. pelagic trips), while that of chinstrap penguins showed two types of trips: pelagic (n=35) or benthic (n=13) trips. Benthic trips of chinstrap penguins were concentrated in small coastal areas with irregular bottom topography, which may help trap prey near the sea floor. Still image and depth data from camera loggers suggest that Adélie penguins, compared to chinstrap penguins, encountered pack-ice more frequently at sea surface and encountered krill at shallower depth. This suggests that seasonal decreases in pack-ice coverage in foraging habitat affected the vertical distribution of krill, which in turn affected the diving depth of penguins. These results highlight the importance of sea-ice and bathymetry as marine habitat features determining the foraging strategies of Antarctic penguins.

現在実施中の英国 British Antarctic Survey との国際共同研究(2007/08-2008/09)の概要と初期成果について報告する。ペンギンの採餌戦略と海氷・海底地形といった海洋環境特性との関係を明らかにするため、GPS およびカメラロガーを用いてペンギンの採餌場所、潜水行動、周囲の海氷・餌環境を調査した。GPS ロガーによる採餌場所と潜水深度の解析から、アデリーペンギンは浅い中層潜水を繰り返すのに対し、ヒゲペンギンは浅い中層潜水と海底に達する深い底潜水の両方を行うことがわかった。ヒゲペンギンの底潜水は繁殖地近くの沿岸海域に限られており、海底地形を利用した採餌戦略であることが示唆された。一方、カメラの画像解析によると、アデリーペンギンはヒゲペンギンに比べ、海氷が多い海域で採餌し、より浅い深度でオキアミに遭遇していた。海氷環境の違いが餌となるオキアミの深度分布に影響し、2種のペンギンの採餌戦略に影響していることが示唆された。

2007/08 海鷹丸南大洋航海における海洋表層 $p\text{CO}_2$ の空間分布Spatial variation of oceanic $p\text{CO}_2$ in the Southern Ocean at Umitaka-maru cruise 2007/08中岡 慎一郎^{1,2}・福地 光男¹・中澤 高浩³・吉川 久幸⁴・橋田 元¹山内 恭¹・石丸 隆⁵・津守 博通²・野尻 幸宏²

1: 極地研・2: 環境研・3: 東北大院・4: 北大院・5: 東京海洋大

Shin-ichiro Nakaoka^{1,2}, Mitsuo Fukuchi¹, Takakiyo Nakazawa³, Hisayuki Yoshikawa-Inoue⁴, Gen Hashida¹,
Takashi Yamanouchi¹, Takashi Ishimaru⁵, Hiromichi Tsumori² and Yukihiro Nojiri²

1: National Institute of Polar Research 2: National Institute for Environmental Studies 3: Tohoku University

4: Hokkaido University 5: Tokyo University of Marine Science and Technology

The Southern Ocean is thought to be an important region for oceanic carbon cycle, mainly due to its geographically large area with high wind speeds, deep convection in winter and biological activities in summer. We observed $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ in the western Indian sector of the Southern Ocean (20°-115°E) from December 2007 to January 2008 in TR/V Umitaka-maru to estimate the air-sea CO_2 flux and examined the relationship between $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ and SST, SSS, Chl-a. The latitudinal distribution of $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ in approach route between Cape Town and Lutzow Holmes Bay was different from that in homeward route between offing of MacRobertson Land and Fremantle, especially in area between 50°S and 60°S. In this area, the distributions of SST and SSS in respective route were also different from others. These results show that water mass of different origin was observed in this zone in respective route. We also found that low $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ caused by high biological activity was measured in some part of coastal area where low salinity was observed.

南大洋は、広範囲な海域で起こる活発なガス交換や、冬期の鉛直混合、夏期の生物活動により物質循環に果たす役割が重要であるが、地理的に遠くまた海況が一般的に悪いなど観測に困難が伴うことから、 CO_2 観測の空白域が存在しており、大気海洋間 CO_2 交換量の評価に不確実性が存在する。そのため本研究では、2007年12月から2008年1月に南大洋インド洋区西部 (20°-115°E) で行われた実習研究船『海鷹丸』航海において、表層海洋中の CO_2 分圧 ($p\text{CO}_2^{\text{sea}}$) の空間分布を明らかにし、表層水温や塩分・クロロフィルと $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ との関連性について調べた。その結果 $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ の緯度分布は、往路 (ケープタウン-リュツォ・ホルム湾沖) と復路 (マックロバートソンランド沖-フリーマントル) の南緯 50°-60°S 帯で異なっていた。往路では 400 μatm 以上の高 $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ が観測されたものの、復路では 360 μatm 程度と大気 CO_2 分圧以下であった。この時、表層水温や塩分も往路と復路で異なる分布を示しており、起源の異なる水塊を捉えた事が示唆された。また南極大陸沿岸の一部海域では $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ の低下と同時に表層塩分の低下が観測されており、海水融解水が安定成層を形成し、植物プランクトンの光合成活動が活発化して $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ が低下した事が示唆された。

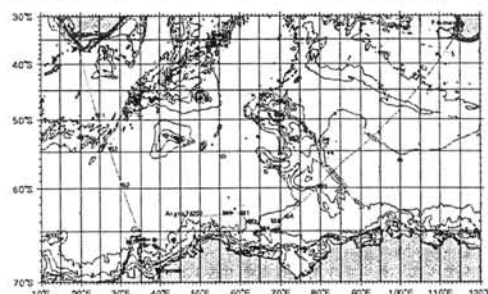


図: 観測航路

南大洋における植物プランクトンの光吸収係数による基礎生産力推定に関する研究
Primary productivity derived from phytoplankton absorption coefficient in the Southern Ocean

○ 高尾信太郎¹・平譚享¹・齊藤誠一¹・堀本奈穂²・石丸隆²・山口征矢²

(¹北海道大学大学院水産科学院, ²東京海洋大学)

○ Shintaro Takao¹・Toru Hirawake¹・Sei-Ichi Saitoh¹・Naho Horimoto²・Takashi Ishimaru²・Yukuya Yamaguchi²

(¹Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, ²Tokyo University of Marine Science and Technology)

Abstract Accurate estimation of primary productivity (PP) in the Southern Ocean (SO) is essential for understanding relationship between the global environmental changes and carbon cycle. However, the existing standard PP model for satellite data, the Vertically Generalized Production Model (VGPM), derives the photosynthetic activity, $P_{\text{opt}}^{\text{B}}$, from only sea surface temperature (SST). Inaccurate estimation of chlorophyll *a* concentration (chl-*a*) in the SO still remains a critical issue. Therefore, these uncertainties in the PP model should be decreased to know the impacts of environmental changes such as the SST on the variability in primary production. We proposed a parameterization of product of $P_{\text{opt}}^{\text{B}}$ and surface chl-*a* (C_{surf}) using sea surface phytoplankton absorption coefficient, which may be reflecting physiological states and geometric characteristics of phytoplankton. *In-situ* primary productivity, phytoplankton absorption coefficient and chlorophyll *a* concentration were investigated at 40 stations through the three cruises of TR/V Umitaka Maru during the austral summer in 2003, 2005 and 2006. A linear relationship was observed between the product of $P_{\text{opt}}^{\text{B}}$ and C_{surf} and the averaged surface phytoplankton absorption coefficient over 400-700 nm, $\tilde{a}_{\text{ph}}(0-)$ ($P_{\text{opt}}^{\text{B}} \times C_{\text{surf}} = 73.66 \times \tilde{a}_{\text{ph}}(0-) + 0.039$, $r^2=0.53$). Absorption-based estimation of primary productivity leads to a better result than the SST-based model. It is suggested that the absorption coefficient is appropriate parameter to derive primary productivity in the Southern Ocean from satellite data.

要旨 南大洋における基礎生産力を正確に把握することは、地球規模の環境変動と炭素循環との関わりを解明するためにも必要不可欠である。しかし、衛星データを用いた既存の基礎生産力推定モデルは、水温にのみ依存する光合成活性パラメータ $P_{\text{opt}}^{\text{B}}$ と南大洋における推定精度に未だ疑問の残るクロロフィルバイオマスによって算出されているため、環境変動に対する基礎生産力の変動を未だ明らかにできていない。そこで本研究では、植物プランクトンの種類や環境への応答を反映していると考えられる光吸収係数から $P_{\text{opt}}^{\text{B}} \times C_{\text{surf}}$ (海面クロロフィル *a* 濃度) を推定することで、環境変動に対する基礎生産力の変動を捉えることが可能な推定モデルの作成を目指した。南大洋インド洋区における現場観測は2003年、2005年および2006年の1月から2月にかけて東京海洋大学練習船海鷹丸によって行われた。各観測点において、植物プランクトンの光合成活性 ($P_{\text{opt}}^{\text{B}}$)、光吸収係数 (\tilde{a}_{ph}) およびクロロフィル *a* 濃度 (C_{surf}) を測定した。基礎生産力推定には VGPM (Vertically Generalized Production Model, Behrenfeld & Falkowski 1997) を使用した。

海面直下における平均光吸収係数 $\tilde{a}_{\text{ph}}(0-)$ と VGPM のパラメータである $P_{\text{opt}}^{\text{B}} \times C_{\text{surf}}$ との間には、 $P_{\text{opt}}^{\text{B}} \times C_{\text{surf}} = 73.66 \times \tilde{a}_{\text{ph}}(0-) + 0.039$ ($r^2=0.53$) の直線関係があった。光吸収係数から推定した基礎生産力は、海面水温を用いた推定値に比べ、より実測値に近い値を示した。このことから、衛星データを用いて南大洋の基礎生産力を推定する場合、光吸収係数が海面水温より適したパラメータでと考えられる。

リュツォ・ホルム湾沖における動物プランクトン群集
Zooplankton community structure off Lützow-Holm Bay: Special reference to smaller taxa

真壁竜介 (極地研)・谷村篤 (三重大)・福地光男 (極地研)
 R. Makabe (NIPR), Tanimura, A. (Mie Univ.) and Fukuchi, M. (NIPR)

Underestimates of small zooplankton taxa by plankton net attached with 200 or 330 μm mesh were recently reported in several areas. These taxa, e.g. genus *Oithona*, *Oncaea*, *Microcalanus*, are predominance in abundance and are often comparable to larger taxa in Biomass, although less information is available. We found the remarkable underestimates of 4 small copepod species collected through 330 μm mesh comparing with that of through 100 μm mesh off Lützow-Holm Bay on January 2006. We conducted vertical tows by Gamaguchi net (60 μm mesh) and Norpac net (100 and 330 μm mesh) at 7 stations off Lützow-Holm Bay on January 2008, during Umitaka-maru Cruise. The aims of the present study are (1) to elucidate differences in zooplankton abundance and community structure among the sample collected through 60, 100 and 330 μm mesh, (2) to know the vertical and horizontal distribution of smaller taxa. The comparisons of community structures, which were determined by three size meshes, indicate that the underestimates of smaller taxa in abundance occurred even using the 100 μm mesh. The cluster analysis showed that there were typical community structures in the upper 200 m of G5 and G14. The community structures would be influenced by the distribution of water masses.

動物プランクトン採集時は通常目合 200 μm 以上のメッシュで行われてきた。近年、このような目合での採集は、小型動物プランクトン、とりわけ *Oithona*、*Oncaea*、*Microcalanus* といった小型カイアシ類を顕著に過小評価してしまうということが多くの海域で報告されている。日本における南極海観測の対象海域の一つであるリュツォ・ホルム湾沖においても 100 μm および 330 μm 目合で得られた動物プランクトン群集を比較した結果、その現存量は数十倍から 100 倍異なり、100 μm で得られた小型動物プランクトン群集はバイオマスにおいても大型群集に匹敵するものである事が示唆された。この過小評価の程度、および同海域における小型動物プランクトン群集の空間分布を調べるため、がま口ネット (60 μm mesh) およびノルパックツインネット (100, 330 μm mesh) を併用し、これらメッシュサイズの違いにより捕える動物プランクトン群集の違いを調べた。採集は 2007-08 海鷹丸南極航海において 2008 年 1 月に行った。結果として現存量は目合が小さいほど顕著に大きくなり、100 μm 目合を使用しても小型種は過小評価される事が分かった。60 μm 目合で得られた各測点 (L1, L4, L5, G5, G11, G13, G14)、各深度 (0-100, 100-200, 200-500 m) の動物群集組成をみると、カラヌス目カイアシ類中で数的に卓越した *Ctenocalanus citer* と *M. pygmaeus* では鉛直的な分布傾向が異なり、*C.citer* は表層に偏った分布をしている事が考えられた。クラスター解析の結果は、採集深度による群集構造の違いがもっとも大きく、また、0-100 m, 100-200 m 層では G5, G14 の 2 測点が他と異なる組成であることを示した。G5, G14 では表層混合層以深に低水温、低塩分の海水が見られており、このことが動物プランクトンの分布に影響していたと思われる。

ナンキョクオキアミおよびサルパ類の糞粒における微生物叢と発光
Bacterial community structures and luminescence of the fecal pellets of Antarctic krill and salps

西川 淳¹・多田雄哉¹・和田 実²・浜崎恒二¹ (¹東大海洋研, ²長崎大)

Jun Nishikawa¹, Yuya Tada¹, Minoru Wada², Koji Hamasaki¹

¹Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ²Nagasaki University

Fecal pellets of macrozooplankton such as salps and euphausiids play important roles in the organic matter flux in the open ocean, especially in the Southern Ocean where they occur at relatively high abundances. While bacteria attaching to or packed in fecal pellets should affect degradation of the particulate organic matter, and thus contribute to regulating biological pump in the ocean, relatively little detailed information have accumulated in bacterial community structures in the fecal pellets of euphausiids and salps. The aim of this study is to reveal the bacteria-fecal material interactions, and therefore initiated to determine the bacterial community structure in the fecal pellets of euphausiids and salps. Bacterial community structures in the fecal pellets were determined by using fluorescence *in situ* hybridization (FISH) and PCR-DGGE analysis of 16S rRNA genes. FISH analysis revealed that *Vibrio* group was dominant group in the salp, *Pegea* and accounting for 94% of eubacterial population. Betaproteobacteria which is minor group in the ocean was predominated in the feces of *Salpa*, and accounting for 28% of total bacteria. On the other hand, the gammaproteobacteria except for *Vibrio* and SAR86 group was dominated in the feces of *Euphausia superba*, and accounting for 69-83% of total bacteria. PCR-DGGE analysis revealed that bacterial community structures in the fecal pellets were different from their environments. Our data suggest that fecal pellets of macrozooplankton provide suitable niches of these marine minor groups, which may have significant contribution in dispersal of these bacteria, as well as degrading fecal organic matter. Bioluminescence intensities of the salp's pellets were significantly higher than those of euphausiids, suggesting that the salp fecal pellets may receive more predation by the visual predators, and therefore the fecal pellets of these two macrozooplankton, which have similar size and exhibit similar sinking rate, may experience different energy-transfer processes during their sinking.

オキアミ類やサルパ類など大型動物プランクトンの糞粒は、外洋域、特にそれらが豊富な南大洋において、有機物フラックスに重要な役割を果たしている。糞粒の表面や内部に存在するバクテリアは糞粒に含まれる有機物分解過程に影響を及ぼし、そのことを通して海洋における生物ポンプの制御にも貢献していると考えられるが、オキアミ類やサルパ類の糞粒に存在するバクテリア群集に関する知見は限られている。本研究の目的はバクテリアと糞粒の相互作用を明らかにすることである。その第一歩として、オキアミ類とサルパ類の糞粒におけるバクテリア叢を明らかにした。FISH (fluorescence in situ hybridization) 法と 16S rRNA をターゲットとした PCR-DGGE 分析によりバクテリア群集構造を調べるとともに、糞粒の発光強度についても調べた。FISH 法によると、サルパ類 *Pegea* では全細菌の 94% を *Vibrio* が占めた一方、*Salpa* では betaproteobacteria が 28% を占め、糞粒の中で優占した細菌群であった。一方、ナンキョクオキアミ *Euphausia superba* の糞粒中では *Vibrio* 以外の gammaproteobacteria と SAR86 グループが優占しており、サルパ類とは全く異なるバクテリア組成を示した。これら大型動物プランクトンの糞粒から得られたバクテリア優占群は、いずれも海洋中で単独で存在することはまれな分類群であり、PCR-DGGE 分析による周辺の水のバクテリア群集とは異なるものであった。これらのことから糞粒はこれらバクテリアにとって独自のニッチを提供しているとともに、バクテリアの分散に寄与していることが示唆された。また、糞粒の発光強度を測定したところ、サルパ類の糞粒はオキアミ類の糞粒に比べて有意な発光が見られた。このことから、サルパ類の糞粒は視覚依存捕食者の捕食を受ける可能性があり、同じ大型動物プランクトンで似たようなサイズ、沈降速度を示す糞粒であっても、その沈降過程において異なるエネルギー輸送の経路をたどることが示唆された。

動物搭載型カメラから得られた海氷とオキアミの分布およびペンギンの採餌行動の関係

Animal-borne cameras show interactions among sea-ice, krill and foraging penguins

渡辺伸一（福山大）、高橋晃周（極地研）、内藤靖彦（極地研）、宮崎信之（東大）、P. Trathan (BAS)

S. Watanabe (Fukuyama Univ.), A. Takahashi (NIPR), Y. Naito (NIPR), N. Miyazaki (Univ. Tokyo)

& P. Trathan (BAS)

Pygoscelis penguins feed mainly on Antarctic krill. Distribution of krill varies in relation to changing ocean environment such as sea-ice conditions. In particular, the distribution of krill probably changes vertically in areas where sea-ice condition changes dynamically due to wind or current flow conditions. In such situation, penguins may change their feeding behaviour in relation to changing krill distribution. In this study, we investigated the depth distribution of krill and the diving behaviour of penguins, and examined how prey distribution affects behaviour of predators. Animal-borne camera loggers were used to examine the relationships among sea-ice conditions, the depth distribution of krill, numbers of other birds encountered, and the diving depth of Adélie and chinstrap penguins breeding at Signy Island in South Orkney Islands, Antarctica. From December 2007 to January 2008, we attached the loggers on the backs of 3 Adélie and 9 chinstrap penguins, which recorded an image every 4 seconds and diving depth every second during foraging trips. We obtained a total of 25,474 images for 22.3 h from Adélie penguins and a total of 86,503 images for 72.2 h from chinstrap penguins. During the study period, sea-ice conditions around the island greatly changed probably due to changing sea current and wind direction. As the rate of encounter with pack-ice at the sea surface increases, the depth distribution of krill and the diving depth of penguins tended to be shallower. In addition, the rate of encounter with other birds was relatively low when penguins dived shallower. It was also observed that birds aggregated and fed on krill when penguins dived relatively deep. These results suggest that sea-ice conditions at the foraging habitat of penguins affect the depth distribution of krill, which in turn affect the foraging behaviour of penguins.

南極に生息するアデリーペンギン(*Pygoscelis*)属のペンギンは、ナンキョクオキアミを主な餌としている。餌となるオキアミの分布は一樣でなく、海氷を中心とした海洋環境の変化の影響で分布パターンが変化することが知られている。とくに、海流の影響で海氷の分布が劇的に変化する地域では、オキアミの分布は水平方向だけでなく鉛直方向にも変化することが予想される。本研究では、海氷条件が変化する中で、オキアミの深度分布を調べ、その捕食者となるペンギンの採餌行動がどう変化するかを調べた。我々は、南極サウスオークニー諸島シグニー島で繁殖するアデリーペンギンとヒゲペンギンに動物搭載型カメラロガーを装着し、海氷の状態、オキアミの深度分布、および同じ場所で採餌を行なうペンギンの数と潜水深度との関係について調査した。調査は、2007年12月から2008年1月にアデリーペンギン3個体とヒゲペンギン9個体の背中に深度・画像ロガーを装着して、採餌トリップ中の画像を4秒間隔で、また潜水深度を1秒間隔で記録した。その結果、アデリーペンギンから22.3時間の採餌トリップ中に計25,474枚、ヒゲペンギンからは72.2時間中に86,503枚の画像が得られた。調査期間中、海流や風向の影響で調査地周辺の海氷条件が大きく変化した。海面で海氷の遭遇率が高くなるに従い、オキアミの深度分布は浅く、ペンギンの潜水深度は浅くなる傾向があった。また、ペンギンの潜水深度が浅い場合には、他個体との遭遇率が低く、深い潜水を行なう場合に集団を形成して採餌を行なう様子が観察された。以上の結果から、採餌場所の海氷条件が餌であるオキアミの深度分布に影響を与え、ペンギンの採餌行動に影響を及ぼすと考えられる。

JARE モニタリングデータを用いた南大洋における Chl-a 濃度 及び栄養塩濃度の長期変動

Long term variability of Chl-a and nutrient concentrations in the Southern Ocean using JARE monitoring datasets.

飯田 高大 (極地研)・笠松 伸江 (極地研)・小達 恒夫 (極地研)
福地 光男 (極地研)・平澤 享 (北大院水産)

*Takahiro IIDA(NIPR), Nobue KASAMATSU(NIPR), Tsuneo ODATE(NIPR),
Mitsuo FUKUCHI (NIPR) and Toru HIRAWAKE (Hokkaido University)

要旨

日本南極地域観測隊(JARE)における海洋観測は「ふじ」および「しらせ」航路に沿って、1965年より現在に至るまで40年にわたり継続してモニタリング観測が実施されている。南大洋における栄養塩濃度の長期変動に関する知見はほとんどなく、気候変動との関係も明らかになっていない。1965年から2002年におけるクロロフィル *a* 濃度の長期変動は Hirawake et al. (2003)により報告され、南緯50度以南の海域において、高いクロロフィル濃度が3-7年周期で北上する変動と、全体的なクロロフィル *a* 濃度の増加傾向が示されている。この海域における冬季混合層以浅のケイ酸塩濃度及び硝酸塩濃度の長期変動を解析した結果、高クロロフィル *a* 濃度が見られた年に比較的高栄養塩濃度が見られ、クロロフィル *a* 濃度と同様の変動傾向を示した。講演時には亜表層における栄養塩濃度の変動と、Si/N比の長期変動についても考察する。

Abstract

The nutrients and chlorophyll *a* (chl-*a*) concentration has been measured continuously since 1965 on board the Japanese ice breakers Fuji and Shirase along almost every cruise track of the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). It is poorly understood that the long term variability of nutrient concentrations and its relationship with climate change. Hirawake et al. (2003) reported the long term variability of chl-*a* concentrations in the sub-antarctic frontal zone area (around 55°S). It is indicated that the increasing trends of chl-*a* and the spreading of higher chl-*a* area to the north with 3-7 year cycles were found. The nutrients variability showed that the high SiO₂ and NO₂+NO₃ concentration were found when high chl-*a* concentrations were monitored.

Reference:

Hirawake T., T. Odate, M. Fukuchi (2003) Long-term variation of surface phytoplankton chlorophyll *a* in the Southern Ocean during 1965-2002, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L05606, doi:10.1029/2004GL021394

2008 年夏季の南大洋における海洋炭酸系の分布と変動

Distribution and variation of oceanic CO₂ system in the Southern Ocean in summer of 2008

比文啓太¹ 橋田元² 中岡慎一郎² 福地光男² 吉川久幸¹

¹北海道大学大学院環境科学院 ²国立極地研究所

Keita Hifumi¹ Gen Hashida² Shin-ichiro Nakaoka² Mitsuo Fukuchi² Hisayuki Yoshikawa¹

¹Graduate School of Environmental Science Hokkaido University

²National Institute of Polar Research

Measurements of the partial pressure of carbon dioxide ($p\text{CO}_{2\text{sea}}$) and that of overlying air ($p\text{CO}_{2\text{air}}$) were made quasi-continuously aboard the R/V Hakuho-maru in the Southern Ocean (35–110°E) in January/February 2008. At the hydrographic stations, water samples for the analysis of dissolved inorganic carbon (DIC), $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ of DIC, and total alkalinity (TA) were also taken. In the seasonal sea ice zone, $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ range from 280 to 382 μatm , which was smaller than that of $p\text{CO}_{2\text{air}}$ (382 μatm). Because $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ in winter, which was calculated based on the DIC and TA data at the temperature minimum ($<1.5^\circ\text{C}$), was estimated to be about 408 μatm , the effect of carbon uptake by the biological activity on $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ was larger than that of the thermodynamic temperature effect.

1.はじめに 南大洋は大気-海洋間の大きな CO₂ フラックスを示す海域であると考えられている。しかし、海洋炭酸系の観測データが十分でないため、大気-海洋間の CO₂ 交換の季節・年変動の理解は乏しいのが現状である。本観測は 2008 年夏季の南大洋における海洋炭酸系の時空間変動を支配している要因について解明することを目的とし行なった。

2.観測 2008 年 1 月 31 日～2 月 26 日に実施された学術研究船白鳳丸 KH07-4 Leg.3 航海の間、表層海水と大気中の CO₂ 濃度(分圧)を連続測定した。また、溶存無機炭素(DIC)とその同位体比($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)、アルカリ度(TA)の海水サンプルを各層採水点で採取し、研究室に持ち帰り、分析を行った。

3.結果 Fig1.に 65°S 以南における海洋の CO₂ 分圧($p\text{CO}_{2\text{sea}}$)と表層水温と表層塩分の経度分布を示す。 $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ の変動範囲は 280~382 μatm であり、ほとんど大気の CO₂ 分圧($p\text{CO}_{2\text{air}}$, 382 μatm)以下であった。東経 36、74 度付近では表層塩分の低下とともに $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ の低下が見られた。また、水温極小層($<1.5^\circ\text{C}$)内の DIC、TA から冬季表層水の塩分 34.25 で規格化した DIC および TA を求めるとそれぞれ、2212.5、2311.6 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ となった。これらから水温 -1.8°C での冬季表層の $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ を計算すると約 408 μatm であり、これは夏季の実測値より大きかった。このことから、 $p\text{CO}_{2\text{sea}}$ に関して、水温による効果より生物生産による減少が起こっていたことが示唆された。今後、変動要因について、定量的に詳しく解析する予定である。

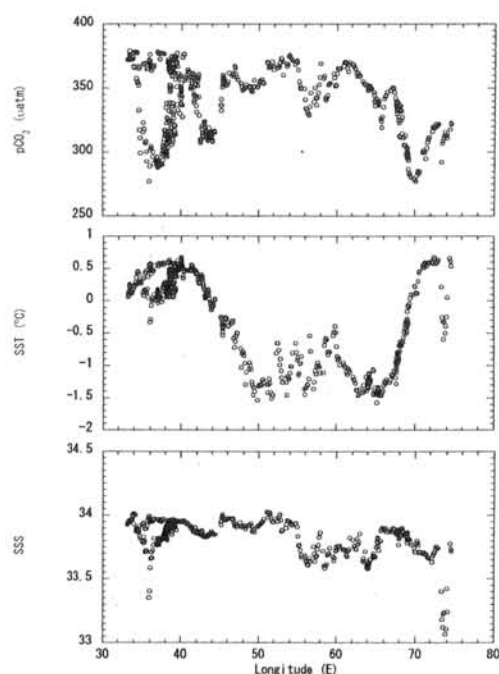


Fig 1 Longitudinal distribution of $p\text{CO}_2$, SST, SSS south of 65°S

南極海における DMS 分布に対するオキアミの影響 How do krill affect the DMS distribution in the Southern Ocean?

笠松伸江 (極地研)・川口創 (オーストラリア南極局)・福地光男(極地研)

Nobue Kasamatsu (NIPR), So Kawaguchi(AAD), and Mitsuo Fukuchi (NIPR)

Activities of marine plankton which includes not only phytoplankton but also zooplankton affects the production of dimethylsulfide (DMS). In order to examine the various effects of feeding krill on DMS dynamics, following rates were measured in laboratory; 1) Accumulation rates of DMSP(dimethylsulfoniopropionate) into krill guts, 2) Accumulation rates of DMSP into the fecal pellets, 3) Releasing rates of DMSP+DMS when krill graze phytoplankton, 4) Releasing rates of DMSP+DMS by excretion, 5) Releasing rates of DMSP+DMS from fecal pellets. To measure these rates, feeding and egestion experiments of krill and degradation experiments of fecal pellets were conducted in the Australian Antarctic Division (AAD). Living krill, *Euphausia superba*, and haptophytes, *Phaeocystis antarctica*, cultured at laboratories in AAD were used for experiments. DMS concentrations in cultural bottles of growing *Phaeocystis* sp. alone did not change, however, those in cultural bottles of *Phaeocystis* sp. and a living krill increased during 24 hours cultural experiments. This indicates that grazing of krill is a node for the DMS release in the ocean. DMS concentrations in bottles added krill which stomach was full with phytoplankton increased during 24 hours cultural experiments. Releasing rates of DMS by excretion of krill were faster than those by grazing of krill on *Phaeocystis* sp. DMS seems to be released not only by breaking phytoplankton cells with mandibles of krill, but also by excretion of krill. DMS was much released after once phytoplankton goes through the krill stomach. Krill accumulated DMSP in their guts. Therefore, krill may carry DMSP in their guts and distribute DMS to another sea area from where they graze phytoplankton. This work is part of the SCAR Fellowship 2006-2007.

DMS(硫化ジメチル)は海洋から大気中へ移動し、酸化され、エアロゾルを生成し、雲の凝結核になることから、海洋の生物活動が媒介する気候変動要因として注目されている。DMS は、海水中で植物プランクトンだけでなく動物プランクトンも関与して生成する硫黄化合物である。そこで、南極海の動物プランクトンの鍵種であるナンキョクオキアミの摂餌から始まるプロセスが DMS 動態に与える影響を調査するため、以下のような速度を測定するための培養実験を行った。測定した速度は、1)オキアミ中腸腺への DMSP の集積速度、2)糞粒への DMSP (ジメチルスルフォニオプロピオネート)集積速度、3)オキアミが植物プランクトンを食べるときの DMSP+DMS 放出速度、4)摂餌時以外の DMSP 排出速度、5)糞粒からの DMSP+DMS 放出速度である。摂餌実験、排出実験、糞粒の分解実験はオーストラリア南極局(AAD)において、AAD にて飼育・培養されているナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*)とハプト藻(*Phaeocystis antarctica*)を用いて実施した。24 時間の摂餌実験を行ったところ、*Phaeocystis* sp.のみの培養瓶中の DMS 濃度は変化無かったが、オキアミを加えた培養瓶中の DMS 濃度は増加した。これは、オキアミの摂餌が海洋における DMS 放出に不可欠であることを示唆している。あらかじめオキアミに *Phaeocystis* sp.を摂餌させ、胃を植物プランクトンで満たしたオキアミをろ過海水で飼育したところ、培養瓶中の DMS 濃度は増加した。海水中への DMS 排出速度は、オキアミの植物プランクトン摂餌による DMS 放出速度よりも速かった。DMS はオキアミが下顎により植物プランクトンを破碎するときのみ海水に放出されるのではなく、オキアミの排出によっても海水中へ放出されることが明らかとなった。また、DMS は、植物プランクトンがいったんオキアミの胃を通った方が多量に海水中へ放出されることが示唆された。オキアミの中腸腺には多量の DMSP が蓄積されていた。ここから、オキアミが、植物プランクトンを摂餌した海域から別の海域へ DMSP を運搬し、DMS 分布に影響を与えていると考えられた。

南大洋における光学特性を利用した植物プランクトングループの識別
Discrimination of phytoplankton functional group using spectral shape of
absorption coefficient in the Southern Ocean

近藤 直樹・平澤 享・齊藤 誠一

北海道大学大学院水産科学院海洋生物資源科学専攻

Naoki Kondo, Toru Hirawake and Sei-ichi Saito

Graduate school of fisheries science, Hokkaido University

Abstract Response of phytoplankton to environmental factors and chemical substances is different between functional groups. Thus, it is essential issue to identify the groups. Here we attempted to discriminate the phytoplankton functional group using their spectral shape of absorption coefficient in the Southern Ocean to apply it to satellite ocean color sensors. Absorption coefficient (a_{ph}) and pigments concentration of phytoplankton in the Southern Ocean were measured during the cruises of Shirase in February-March 2001, and of Umitaka Maru in January 2005, 2006 and 2008. Size fractionated concentration was also measured in 2008. Phytoplankton groups were estimated with CHEMTAX (CHEMical TAXonomy) (Mackey 1996).

Haptophytes and diatoms were the dominant groups in the Southern Ocean in 2008. The dominance ratio of diatoms and haptophytes were 50~70% in north of 65° S and 60% in south of 65° S, respectively. Diatoms were dominant at size more than $5 \mu\text{m}$ and haptophytes were dominant at size less than $5 \mu\text{m}$. The relationship between these groups and spectral shape of absorption and scattering coefficient by size fraction will be discussed.

要旨 植物プランクトンはそのグループによって環境への応答や化学物質に対する反応が異なる事が知られている。したがって植物プランクトングループを同定することは海洋環境や生物地球科学的循環を考える上で必要不可欠な課題である。しかしながら、現在衛星リモートセンシングによる植物プランクトングループの推定は困難である。そこで本研究では、水中の光吸収係数を利用して南大洋の植物プランクトングループを識別することを目的とする。観測は2001年、2005年、2006年、および2008年の12月〜3月に、砕氷船しらせおよび東京海洋大学練習船海鷹丸により南大洋インド洋区において実施した。0~150mまでの6層でバンドン採水器およびニスキン採水器から採水し、chl-*a*濃度、HPLCによる植物色素組成、吸収係数を測定した。さらに2008年のHPLCデータは $20 \mu\text{m}$ 、 $5 \mu\text{m}$ のナイロンメッシュおよびGF/Fフィルターを用いて3サイズ分画を行った。植物プランクトンの光吸収係数 $a_{ph}(\lambda)$ を算出し、CHEMTAX(CHEMical TAXonomy)プログラムを用いて chl-*a* 濃度あたりの植物プランクトングループを推定した。

2008年の観測海域では haptophytes と diatom が優占していた。南緯 65° 以北では haptophytes が 50%~70%を占めており、南緯 65° 以南では diatom が多く 60%近く優占していた。またサイズ別に見ると diatom は $5 \mu\text{m}$ 以上、haptophytes は $5 \mu\text{m}$ 以下で優占しておりサイズにより植物プランクトングループ組成が異なることが認められた。サイズごとの植物プランクトングループ組成とスペクトル形状の関係を考察し議論を進めていく。

南極海における植物プランクトンの光馴化状態の解析

Light acclimation states of phytoplankton in Antarctic Ocean as assessed by photosynthetic pigment distribution

菓子野康浩(兵庫県立大)、橋濱史典(東京海洋大)、渡辺研太郎(極地研)、福地光男(極地研)、
佐藤和彦(兵庫県立大)、工藤栄(極地研)

Yasuhiro Kashino (Univ Hyogo), Fuminori Hashihama (Tokyo Univ Mar Sci Tech), Kentaro
Watanabe (NIPR), Mitsuo Fukuchi (NIPR), Kazuhiko Satoh (Univ Hyogo), Sakae Kudoh (NIPR)

Psychrophilic phytoplankton is the major primary producer in the Antarctic Ocean. In the ocean, the light intensity that drives photosynthesis changes depending on the depth where phytoplankton reside. For the efficient photosynthesis, light harvesting system and the related machinery may be regulated according to the incident light. In this work, we investigated how phytoplankton regulate their light harvesting system at their habitat in the Antarctic Ocean by assessing photosynthetic pigments. The phytoplankton was collected by filtration of seawater (2 to 4.3L) from different depths in 16 stations between early December 1999 and mid-March 2000. The photosynthetic pigments of collected phytoplankton were analyzed using HPLC.

Analysis of marker pigments allowed us to estimate the in situ taxonomic composition. In some stations, diatoms were the predominant taxon throughout the water column. The ratios of accessory pigments to chlorophyll *a* were kept constant irrespective of the depth where phytoplankton were collected. However, xanthophyll cycle pigments that are responsible to the protection mechanisms of photosystem increased in the upper part of water column indicating an active acclimation activity of diatoms to the changing incident light.

好冷性植物プランクトンは、南極海の主要な一次生産者である。光合成は、光により駆動されるが、海洋では海面からの深度が大きくなるにつれて光強度が減少していく。そのような光強度の変化に応じ、植物プランクトンは光捕集機構やそれに密接に関連した機構を調節し、効率的な光合成活動を行っていると考えられる。本研究では、光合成色素組成を分析し、南極海において植物プランクトンが光捕集機構をどのように調節しているのかを調べた。1999年12月上旬から2000年3月中旬にかけて合計16地点(110°Eに沿って42°~59°Sで5地点、150°Eに沿って47°~63°Sで5地点、80°E・61°S付近で2地点、昭和基地近海で4地点)で、深度を変えて2~4.3Lの水を汲み上げ、それを濾過することによって植物プランクトンを採取した。

マーカー色素の分析により、植物プランクトンの構成を解析することができた。12月上旬のより高緯度の地点では、深度120m程度までの水柱で珪藻類が優占していた。ほとんどの補助色素のクロロフィル *a* に対する割合は、深度にかかわらずほぼ一定であった。一方、過剰光からの光化学系の保護機構に関与するキサントフィルサイクル色素は、光強度の高い水柱上部で増加する傾向にあり、変化する光条件に応じて光合成系を動的に調節していることが示された。

夏季の南極海定着氷下における珪藻 *Thalassiosira australis* Peragallo の個体群動態
Population dynamics of an ice-associated diatom, *Thalassiosira australis* Peragallo, under fast ice
near Syowa Station, East Antarctica, during austral summer

一宮睦雄（水研セ東北水研）、中町美和（水研セ東北水研）、福地光男（極地研）、谷口旭（東農大）
Ichinomiya M (TNFRI), Nakamachi M (TNFRI), Fukuchi M (NIPR), Taniguchi A (Tokyo Univ Agri)

Little information on life histories of ice algal diatoms, which develop dense populations under fast ice in Antarctic coastal areas, is available. Diatoms form auxospores to restore the cell size through the sexual phase after several binary fissions, which reduce the cell size. Resting spore formation is induced to tolerate extremes of environmental conditions. We investigated the population dynamics of *T. australis*, including auxospore and resting spore formation, under the fast ice near Syowa Station in austral summer. A clear shift from vegetative cells to auxospores and resting spores in *Thalassiosira australis* was observed in the water column. Active vegetative growth would result in cell size reduction and initiate auxospore formation. Resting spore formation would have been resulted from the nutrient depression or low light condition under the ice. Resting spores were observed in the sediment through the investigation period even before new spore formation, suggesting that *T. australis* can overwinter in the sediment. Heterotrophic dinoflagellates ingested and digested vegetative cells and auxospores but did not digest resting spores. This suggests that grazing by heterotrophic dinoflagellates influence the dynamics of vegetative cells and auxospores but that of resting spores. We discuss the possible life history and overwintering strategy that *T. australis* uses in an Antarctic coastal area to cope with the unpredictable timing of sea ice growth and decay.

南極海沿岸域の定着氷底部では珪藻がアイスアルジーとして繁茂するが、その生活史に関する知見は極めて少ない。珪藻は栄養増殖によって細胞サイズが縮小するため、有性生殖を行って増大胞子を形成することにより細胞サイズを回復させる。また、環境変化や捕食者による摂食に対して高い耐久性を持つ休眠胞子を形成し、増殖不適な期間を海底泥中で過ごす。我々は昭和基地周辺海氷下で珪藻 *Thalassiosira australis* が増大胞子および休眠胞子を形成していたことを初めて見出した。本研究では、本種の栄養細胞、増大胞子および休眠胞子の水柱中現存量、沈降量および泥中の現存量の経時変化を調べることによって夏季の個体群動態を明らかにした。水柱中の栄養細胞は1月初旬から増え始め、1月12日の10 m層でピークに達した。増大胞子はその後の1月18日の50 m層で、休眠胞子は1月22日の50 m層でピークに達した。増大胞子は活発な栄養増殖に伴うサイズ縮小によって、休眠胞子は栄養塩枯渇や海氷下の低照度によって形成されたと考えられた。休眠胞子は2005年1月4日から沈降粒子中に観察されたが、泥中においては調査期間中を通して観察された。休眠胞子形成以前である12月29日の泥中でも休眠胞子が見出されたことは、休眠胞子が泥中で越冬していることを示唆している。水柱中では従属栄養性渦鞭毛虫が *T. australis* の栄養細胞および増大胞子を活発に摂食していた。一方、休眠胞子は内容物が消化されておらず、渦鞭毛虫の摂食は休眠胞子の動態に影響しないと考えられた。発表では、海氷の消失および形成時期が予測困難な沿岸域において、予想しうる本種の生活史や越冬戦略について考察する。

夏季, 昭和基地周辺定着氷下における小型カイアシ類の日周鉛直分布

Diel changes in vertical distribution of small copepods under sea ice in mid-summer near Syowa Station, Antarctica.

谷村 篤 (三重大)・服部 寛 (東海大)・宮本佳則 (東京海洋大) 佐々木洋 (石巻専大)
星合孝男・福地光男 (極地研)

Atsushi Tanimura (Mie Univ.), Hiroshi Hattori (Tokai Univ.), Yoshinori Miyamoto (Tokyo Univ.
Mar. Sci. & Tech.), Hiroshi Sasaki (Ishinomaki Seishu Univ.),
Takao Hoshia and Mitsuo Fukuchi (NIPR)

The diel vertical distributions of two small copepods, *Oithona similis* and *Oncaea curvata*, were investigated at 4-h intervals over a 24-h period under fast ice near Syowa Station during continuous daylight conditions in the Antarctic mid-summer, December 1993. *O. similis* and *O. curvata* exhibited small-scale diel vertical migrations during the study period, in a way opposite to what is expected i.e., remaining mostly in the upper layer during the day and moving into deeper layers at night. The nighttime descent of both species coincided with the time of disappearance of a high algal concentration at the ice-water interface during the day and an increase of the algal concentration in the mid-water layer at night. This suggests the migration behaviour of the copepods was responsible for the change of food availability. The daily grazing impact of these copepods was estimated to remove one-third of the algae daily released from ice during mid-summer at Syowa Station

近年, 南極海には動物目合のネットでは抜けてしまう小型カイアシ類 (たとえば, *Oithona* 属, *Oncaea* 属カイアシ類など) が普遍的に分布し, 個体数において大型植食性カイアシ類をはるかに凌ぐことが知られるようになってきた. しかし, 大型植食性カイアシ類と比べて小型カイアシ類の生態に関する知見は極めて少ない. 本研究では, 夏季の昭和基地周辺の定着氷下において卓越して出現する小型カイアシ類 2 種, *Oithona similis* および *Oncaea curvata* の日周鉛直分布について調べたので報告する. また, 夏季の定着氷下でのこれら動物群の炭素循環に果たす役割についても検討した.

調査は 1993 年 12 月 27 日~28 日 (白夜期) にかけて, 昭和基地近くの定着氷上の 1 定点 (Stn.K.: 水深 30 m) において, 4 時間毎 (12hr, 16hr, 20hr, 00hr, 04hr, 08hr and 12hr) に行った. 動物プランクトンは, NIPR 型採集器を用いて, 海氷直下から海底近くまで, 5 m 間隔に 7 層から採集された. 各調査時にはクロロフィル分析のための各層採水および CTD 観測も同時に実施した.

Oithona similis および *Oncaea curvata* は, 小さなスケールであったが, 日周期的な鉛直移動が見出された. 極域の白夜期にあっても, 彼らの鉛直移動を引き起こすのに十分な光の日周期的な変化があることが示唆された. しかし, 彼らの鉛直移動のパターンは, 一般的なパターンとは逆のパターンを示した. すなわち, 彼等は, 昼間上層に分布し, 夜間下層に移動する傾向が見られた. 彼らの夜間の下層への移動は, 昼間海氷の融解に伴って海氷-海水境界面に蓄積された高い濃度のアイスアルジー起原のクロロフィルの下層への拡散と一致していた. これら小型カイアシ類の日周鉛直移動行動は, おそらく利用できる餌生物の濃度変化に対応した行動と考えられた. さらに, 夏季において, これら 2 種の小型カイアシ類によって消費される 1 日当たりの有機物量は, 海氷から放出されているアイスアルジーのおよそ 3 分の 1 を占めることが示唆された.

2005 年・2006 年のリュッツォ・ホルム湾沖表層における動物プランクトンの群集組成と生物量

Community structure and carbon biomass of epipelagic zooplankton off Lützow-Holm Bay in 2005 and 2006

澤邊江梨子¹・堀本奈穂¹・茂木正人¹・谷村篤²・石丸隆¹ (1:東京海洋大学 2:三重大学)E. Sawabe¹, N. Horimoto¹, M. Moteki¹, A. Tanimura², T. Ishimaru¹ (1: Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech. 2: Mie Univ.)

During the cruise of TR/V Umitaka-Maru in January 2005 and 2006, zooplankton samples were collected by vertical hauls (0-150 m) of a NORPAC twin net (330 μ m, 100 μ m mesh size) off Lützow-Holm Bay. The numerical abundance of zooplankton in 2006 was much lower than that in 2005, but copepods dominated in both years. Among copepods collected with 100 μ m mesh net, small copepods less than 2 mm occupied more than 96% of total abundance; oithonids the most abundant, and clausocalanids and oncaeids followed. The carbon biomass of copepods in 2006 was also lower than that in 2005, where large copepods decreased but small copepods not changed. The carbon biomass of small copepods was almost equivalent with large copepods, and exceeded 50% of total biomass of copepods at all stations near the ice edge in 2006. In the survey area, the ice edge in early January extended more northward in 2006 than in 2005 and the development of Summer Surface Water (SSW) delayed in 2006. The subsurface chlorophyll maxima were formed within SSW in 2005, while they were formed within or below Winter Water in 2006. In the phytoplankton assemblage, diatoms dominated in 2005 and dinoflagellates increased in 2006. These differences in the community structure of copepods between two years would reflect physical factors and feeding condition. The important role of small copepods mediating carbon pathway in the lower-trophic food web was suggested.

2005 年および 2006 年 1 月に、東京海洋大学研究練習船海鷹丸により実施され Lützow-Holm 湾沖の調査航海において、ノルパックネット(目合い 330 μ m, 100 μ m)の 150m からの鉛直曳きによる動物プランクトンの採集を行った。動物プランクトンの個体数密度は、2005 年より 2006 年の方が著しく小さかったが、最も卓越したのは両年ともカイアシ類であった。100 μ m ネットで採集されたカイアシ類についてみると、卓越したのは体長 2 mm 以下の小型カイアシ類で、両年にわたって全体の 96%以上を占めた。このうち最も現存量が多かったのはオイトナ科、次いでクラウソカラヌス科とオンケア科であった。小型カイアシ類の炭素量は大型カイアシ類にほぼ匹敵し、特に、2006 年の氷縁付近では 50%以上を占めた。カイアシ類の炭素量は、2005 年より 2006 年の方が少なかったが、減少したのは大型カイアシ類であり、小型カイアシ類の炭素量はあまり変化しなかった。調査海域における 1 月上旬の氷縁は、2005 年よりも 2006 年の方が北側に位置し、2006 年は Summer Surface Water (SSW) の発達が遅かった。また、クロロフィル極大は、2005 年は SSW 内に、2006 年は Winter Water 内もしくはそれ以深に見られ、植物プランクトンの分類群では 2005 年には珪藻が、2006 年には渦鞭毛藻類が多く出現した。両年の動物プランクトン相の相違は、物理環境および餌環境を反映したものと考えられる。また、Lützow-Holm 湾沖における小型カイアシ類は、低次の食物網における物質循環において重要な役割を担うことが示唆された。

南大洋における大型動物プランクトンの代謝速度
Metabolic rates of Antarctic zooplankton during austral summer 2008

小野敦史, 橋濱史典, 鮎川航太, 石丸 隆
(東京海洋大学)

A. Ono, F. Hashihama, K. Ayukawa, T. Ishimaru
(Tokyo University of Marine Science and Technology)

During the TR/V Umitaka-maru cruise in February 2008, Oxygen consumption and ammonia and phosphate excretion rates of Antarctic zooplankton were measured by water bottle method on the board. Dissolved oxygen, ammonia and phosphate were determined by the Winkler titration, OPP method using an autoanalyzer and molybdate method with a spectrophotometer, respectively. Incubations were made over 24 h at 0 °C. At the end of the incubations, the specimens were stored frozen at -20 °C.

7 zooplankton species (*Euphausia superba*, *E. crystallorophias*, *E. triacantha*, *Thysanoessa macrura*, *Tomopteris carpenteri*, *Themisto gaudichaudii* and *Hyperia macrocephala*) were collected and used for the experiments. *E. superba* and *T. gaudichaudii* were divided into 2 size groups based on their dry weight. The average oxygen consumption and ammonia and phosphate excretion rates ranged from 1.54 to 52.3 $\mu\text{L O}_2 \text{ ind.}^{-1} \text{ h}^{-1}$, 5.53 to $401 \times 10^{-3} \mu\text{g-at N ind.}^{-1} \text{ h}^{-1}$ and 0.266 to $18.0 \times 10^{-3} \mu\text{g-at P ind.}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectively.

The atomic ratios of oxygen consumption to ammonia excretion (O:N ratio) were less than 24 except for small *T. gaudichaudii*, suggesting protein-oriented metabolism. The mean O:N ratio of small *T. gaudichaudii* was higher than 24. This suggested the major metabolic substrate of small *T. gaudichaudii* was lipid rather than protein.

東京海洋大学研究練習船海鷹丸による 2007/08 年南極航海において、南大洋で採集された大型動物プランクトンの代謝速度 (酸素消費速度, アンモニアおよびリン酸排泄速度) を Water bottle 法により測定した。実験は 0 °C に保ったインキュベータを用いて 24 時間以上行った。分析は、それぞれウィンクラー法, オートアナライザーを用いた OPP 法および分光光度計を用いたモリブデンブルー法により船上で行った。実験終了後、実験個体は回収し、-20 °C で凍結保存した。

7 種の動物プランクトン, *Euphausia superba*, *E. crystallorophias*, *E. triacantha*, *Thysanoessa macrura*, *Tomopteris carpenteri*, *Themisto gaudichaudii* と *Hyperia macrocephala* の代謝速度を測定した。*E. superba* と *T. gaudichaudii* は 2 つのサイズ群に分けた。7 種の動物プランクトンの平均酸素消費速度は 1.54 (*T. gaudichaudii*)-52.3 $\mu\text{L O}_2 \text{ ind.}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (*E. superba*) であり, 平均アンモニア排泄速度は 5.53 (*T. gaudichaudii*)- $401 \times 10^{-3} \mu\text{g-at N ind.}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (*E. superba*), リン酸の平均排泄速度は 0.266 (*T. gaudichaudii*)- $18.0 \times 10^{-3} \mu\text{g-at P ind.}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (*E. superba*) であった。

Themisto gaudichaudii を除く 6 種の動物プランクトンの O:N 比 (原子比) は 24 よりも小さく (12.6-21.7) 代謝基質としてタンパク質の割合が高いことが示唆された。大型 *T. gaudichaudii* (> 5 mg dw) の O:N 比 は 24 よりも小さくタンパク質が主な代謝基質であったが, 小型個体 (< 5 mg dw) では 24 よりも大きく代謝基質として脂質の割合が高いことが示唆された。

南大洋リュッツォ・ホルム湾沖における浮遊性刺胞動物の空間分布
Distribution of planktonic cnidarians off Lützow-Holm Bay, the Southern Ocean

戸田亮二, 茂木正人, 石丸隆
 (東京海洋大学)

R. Toda, M. Moteki, T. Ishimaru
 (Tokyo University of Marine Science and Technology)

Zooplankton samples were collected off Lützow-Holm Bay with a Rectangular Midwater Trawl (RMT 8 m², mesh size 4.5 mm, sampling layer 0-50-100-200-500-1000-2000 m) during the cruises of T/RV Umitaka Maru in January 2005 and 2006. The samples were sorted into 11 major taxonomic groups and enumerated and measured wet weight. Carbon biomass of each group was estimated after ICES Zooplankton Methodology Manual (Harris et al., 2000). Medusae and siphonophores were identified to species level and calculated Simpson's index (D) for estimating species diversity.

Thirty species of planktonic cnidarians were collected in two cruises. Total abundance of zooplankton in 2006 was much lower than that in 2005 and cnidarians occupied 13% (2005) and 3% (2006) of total zooplankton abundance. Siphonophores occupied more than 80% of cnidarians at shallow layers (0-200 m) in both years. Medusae increased with depth and occupied more than 55% of cnidarians at 1000-2000 m in 2005. While in 2006, siphonophores also dominated in deeper layers (200-2000 m) except at two stations out of 5 where medusae dominated at 200-500 m or 500-1000 m. Simpson's Index of diversity was lower in the shallow layers than in the deep in both years but the values for both layers were higher in 2005 than in 2006: $D=0.60$ and 0.85 in 2005 and 0.47 and 0.58 in 2006. The difference of the indices were caused mainly by the number of medusan species and it was high ($D=0.83$) at 200-500 m in 2006. The ratios of Carbon biomass of cnidarians to total zooplankton were 35% and 4% for all layers and 50% and 18% in the deep in 2005 and 2006, respectively. Those of medusa to cnidarians in the shallow layers were 50% and 18% in 2005 and 2006 and more than 95% in the deep in both years. The occurrence of large individuals of a medusa, *Periphylla periphylla* at all layers in 2005 and small individuals at deep layers in 2006 mainly caused the difference in the cnidarian biomass.

The abundance and biomass of cnidarians are shown to fluctuate annually but comprised large part of those of zooplankton suggesting its importance in the Antarctic marine ecosystem.

2005 年および 2006 年 1 月に東京海洋大学研究練習船海鷹丸による、リュッツォ・ホルム湾沖の観測が行われた。動物プランクトンの採集は RMT (網口 8 m², 目合い 4.5 mm, 採集層 0-50-100-200-500-1000-2000 m) によって行い、サンプルは 11 の分類群に分けて計数し、分類群ごとに湿重量を測定した。これを ICES Zooplankton Methodology Manual (Harris et al., 2000) に基づいて炭素量に換算した。このうち刺胞動物は可能な限り種までの同定を行い、生物多様度を評価するため Simpson 指数を求めた。

両年を通して 7 目 30 種の刺胞動物が出現し、そのうち管クラゲ目が 14 種、それ以外が 6 目 (以下、クラゲ類) 17 種であった。全動物プランクトンの個体数密度は、2006 年は 2005 年の 21% と著しく低く、このうち刺胞動物が占める割合は 13% (2005 年) および 3% (2006 年) であった。両年とも 200 m 以浅 (表層) では管クラゲ類が非常に多く、いずれの観測点においても全刺胞動物の個体数密度の 80% 以上を占めた。200 m 以深 (中・深層) では、2005 年には、クラゲ類の占める割合は深度が増すにつれて増加し、1000-2000 m 層では平均 55% と管クラゲ類を上回ったが、2006 年には中・深層でも管クラゲ類が多く、5 測点中の各 1 点で、200-500 m 層あるいは 500-1000 m 層で管クラゲ類を上回ったのみであった。Simpson 指数は、2005 年は表層で 0.60、中・深層で 0.85 であったのに対し、2006 年は、それぞれ 0.47 および 0.58 といずれも低かったが、200-500 m 層のみについてみると 0.83 と高かった。これは、主として中・深層に出現したクラゲ類の種数の差を反映しており、2006 年は 200-500 m にのみクラゲ類の出現数が多かったことによる。

炭素量においては、全動物プランクトン中で刺胞動物が占める割合は全層平均では 35% (2005 年) および 4% (2006 年) であったが、中・深層ではそれぞれ、50%、28% と高かった。また、刺胞動物中でクラゲ類の占める割合は、表層では 2005 年に約 50%、2006 年に 18% であったのに対し、中・深層では、両年とも 95% 以上であった。クラゲ類の *Periphylla periphylla* は 2005 年には表層から中・深層にまで出現し、サイズが特に大きかったのに対し、2006 年には中・深層にのみ出現し、小型個体のみであったことが刺胞動物の炭素量に大きな差が表れた原因の一つである。

刺胞動物の出現状況は二年間で大きく異なったが、中・深層においては、動物プランクトン中で大きな炭素量を占めていることから、南大洋生態系の中で特に重要な生物群であることが示された。

ロス海 (175°E) におけるカイアシ類群集組成
Community structure of copepods in the Ross Sea (175°E)

渡邊侑子¹、澤本彰三²、石丸隆¹、永延幹男³

(¹ 東京海洋大学, ² 東海大学海洋研究所, ³ 遠洋水産研究所)

Y. Watanabe¹, S. Sawamoto², T. Ishimaru¹, M. Naganobu³,

(¹ Tokyo Univ. of Marine Sci. and Technol., ² Institute of Oceanic Research and Development, Tokai Univ.,

³ Far-Seas Fisheries Research Lab., Japan Fisheries Agency)

A survey of the R/V *Kaiyo Maru* (Fisheries Agency of Japan) was carried out in the Ross Sea and adjacent waters from December 2004 to March 2005. Samples were collected with an RMT8 net (opening area: 8 m², mesh size: 4.5 mm, sampling layers: 0-50-100-200-300-400-500-600-800-1000 m) from 15 stations along 175°E, meridians from 60°S to 77°S. Copepods were classified into 56 species belonging to 13 families and 14 unidentified taxa. Species number of copepods increased with depth, especially off the Ross Sea (0~27 taxa; mean 8.8 taxa).

A result of a cluster analysis based on similarity of community revealed that the samples were divided into five big groups (G1~G5), four small groups (g6~g9) and several outlier samples. In the north of the Southern Boundary of the Antarctic Circumpolar Current (SBACC), copepod community was characterized by dominance of *Rhincalanus gigas*. In the G1 obtained from the epipelagic layers was characterized by high copepod abundance (mean 577.0 inds. 1000m⁻³) with very high composition of *R. gigas* (mean 84.1%). The G2 from mesopelagic layers was characterized by low copepod abundance (mean 80.3 inds. 1000m⁻³) with decreased composition of *R. gigas* (mean 51.7%). The biggest group G3 obtained between the SBACC and the Antarctic Slope Front (ASF) had high composition of *Calanoides acutus* (mean 46.0%) and *Calanus plopinquus* (mean 15.8%). The G4 from the south of the ASF (the Ross Sea) was characterized by dominance of *Metridia gerlachei* (mean 37.1%) and Euchaetidae spp. (mean 24.3%). The G5 comprised of five samples was obtained from epipelagic layers near the Ross Ice Shelf.

水産庁開洋丸第9次南極海調査は2004年12月から2005年3月にロス海とその周辺海域で実施された。試料採集は175°E, 60~77°S間に設定された15定点でRMT8ネット(網口8 m², 目合4.5 mm, 採集層0-50-100-200-300-400-500-600-800-1000 m)を用いて行われた。種同定できたカイアシ類は13科56種で、同定できないものも含めて70の分類群に分類した。いずれの測点でも採集層が深くなるほど出現種数は多く、特に外洋域で顕著であった(0~27種; 平均8.8種)。

サンプル間の種組成に基づくクラスター解析を行った結果、類似度60%で5つの大きなグループ(G1~G5)、と4つの小さなグループ(g6~g9)といくつかのサンプルに分かれた。Southern Boundary of the Antarctic Circumpolar Current (SBACC) 以北では *R. gigas* が優占した。特に200 m以浅から得られたサンプルで構成されるG1では顕著で(平均84.1%), 総個体数密度も高かった(平均577.0 inds. 1000m⁻³)。200 m以深から採集されたG2では *R. gigas* が減少し(平均51.7%), 総個体数密度も減少した(平均80.3 inds. 1000m⁻³)。最も大きいG3はSBACCより Antarctic Slope Front (ASF) までの広い海域に位置し, *C. acutus* (平均46.0%) と *C. plopinquus* (平均15.8%) が多く出現した。2番目に大きいグループであるG4はASF以南に位置するロス海域から採集されたサンプルで構成され, *Metridia gerlachei* (平均37.1%) と Euchaetidae spp. (平均24.3%) が優占した。G5は主にロス棚氷に隣接した測点表層から得られた。

Calanus simillimus, *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus* における
ミトコンドリア DNA 配列の解析

The mitochondrial genome sequences of antarctic copepods *Calanus simillimus*,
Calanus propinquus, *Calanoides acutus*.

斉藤憲二・新屋みのり・酒井則良(遺伝研)・福地光男・小達恒夫・高橋邦夫(極地研)

Kenji Saito, Minoru Shinya, Noriyoshi Sakai (NIG),

Mitsuo Fukuchi, Tsuneo Odate and Kunio T. Takahashi (NIPR)

カイアシ類 (Copepoda) は、節足動物門・甲殻類綱に属し、後生動物内の亜綱生物群として地球上で最も個体数の多い動物群の1つである。200 科、1,650 属からなり 11,500 種が知られるが、その数は実在する種数の 15 % 程度であるといわれている。その生活様式は多様であり、浮遊性、底生性、寄生性などが知られる。このように、広く水圏環境に適応したカイアシ類の多様性を進化的に理解するためには、その系統関係と種分化の過程を明らかにする必要がある。しかしながら、カイアシ類を進化的に理解する上で必要な遺伝子情報についての知見は乏しい。

本研究ではカイアシ類の進化過程を理解することを目的に、細胞内小器官の一つであるミトコンドリアに存在するミトコンドリア DNA の配列の解読を試みた。ミトコンドリア DNA は単一起源に基づくことが明らかな上、組み替えがない、母系遺伝をする、進化速度が速いといった特徴から非常に多くの動物の系統、集団解析に利用されている。本研究ではまず、*Calanus simillimus*, *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus* のカイアシ類を用いて、カイアシ類のユニバーサルプライマーを利用して NADH dehydrogenase 6 (ND6)、cytochrome c oxidase (COI)、cytochrome b (CYTB) 遺伝子の塩基配列を決定した。その後、得られた配列をもとに特異的なプライマーを作製し、Long-PCR 法を用いて *C. simillimus*, *C. propinquus*, *C. acutus* において、それぞれ 5850、5331、6654 塩基対のドラフト配列を決定した。これらの配列をもとにミトコンドリア DNA の特徴や系統関係について議論したい。

The Copepoda, one of the infraclasses of the phylum Crustacea, are among the most numerically abundant metazoans on the Earth. They comprise 11,500 nominal species placed in about 200 families and 1650 genera. They are found in various aquatic habitats from freshwater to marine or hypersaline inland waters, and from subzero polar waters to hot spring temperature regimes. For a better understanding as to how copepods acquired such an immense diversity in the aquatic realm, phylogenetic relationships need to be clarified before any evolutionary inferences are made. Because of the lack of intermolecular recombination, its maternal inheritance, the relatively rapid evolutionary rate, and the large numbers of copies, mitochondrial DNA has been widely used for analyses of metazoan phylogenetic relationships at various taxonomic levels.

In this study, we attempted to determine the mitochondrial DNA sequences for three copepods, *Calanus simillimus*, *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus*, which the dominant species in the Southern Ocean. First, we sequenced and determined three mitochondrial protein coding genes that the NADH dehydrogenase 6 (ND6), cytochrome c oxidase I (COI) mitochondrial gene, and cytochrome b (CYTB) using copepod-specific versatile primer pairs based on a polymerase chain reaction (PCR) approach. And then, partial sequences of the mitochondrial genomes were determined for *C. simillimus* [5850 bp (base pairs)], *C. propinquus* (5331 bp) and *C. acutus* (6654 bp), using an approach that employs a long PCR technique and primer walking. In this presentation, we will discuss further characterization of the mitochondria genome, phylogenetic relationship among three copepods, and the evolutionary history behind those relationships.

コオリカマス *Champsocephalus gunnari*における視覚系の構造および機能特性

The structural and functional characteristics of the vision
in *Champsocephalus gunnari* (Channichthyidae)

宮崎多恵子・三重大院生物資源, 岩見哲夫・東京家政学院大,
山内正剛・放医研, 清水理恵, 山内索也・三重大院生物資源

Taeko Miyazaki¹, Tetsuo Iwami², Masatake Yamauchi³, Rie Shimizu¹, Sakuya Yamauchi¹

1. Graduate School of Bioresources, Mie University,

2. Tokyo Kasei-Gakuin University, 3. National Institute of Radiological Sciences

Abstract: Retinal histology and molecular basis color vision in 0–2 years-old *Champsocephalus gunnari* were investigated. Two types of retinal ganglion cells (GCs) were observed in each size of fish, i.e., the general size of GCs irregularly distributed across the whole retina and regularly arrayed GCs having larger soma size (large ganglion cell, LGC). The cell density of general size GCs was higher in the temporal and ventral retina, indicating that *C. gunnari* has higher accuracy vision in the forward and upward directions. The region of highest cell density known to be related to the main visual axis of feeding was located in the temporal retina in the 0 year-old fish, but it positioned in the vent-temporal retina in the 2 years-old fish. So, the main visual axis of *C. gunnari* was considered to be changed from forward direction to upward-forward direction during their growth. Because there were LGCs hypothesized to participate in discrimination moving objects in visual space, the 0–2 years-old *C. gunnari* was guessed to sensitive to prey items moving quickly.

Full length of cDNA encoding putative red-, green-, blue- and ultraviolet (UV)-sensitive visual pigments were isolated from the retina of *C. gunnari*. On the other hand, three types of cone cells of single-, double- and triple-cones were confirmed in the retina histologically. The triple-cones were localized around near optic nerve. Double-cones and single-cones were alternately aligned in the outer region of there, and only double cones distributed in the periphery. We estimated that UV-opsin gene localized at the circular zone around the optic nerve, and *C. gunnari* might use UV-vision in various directions in the water column under the ice where UV- light reflects diffusely.

要旨: コオリカマス (*Champsocephalus gunnari*) の0~2歳魚について網膜組織構造ならびにオプシン遺伝子を調べた。神経節細胞は、網膜全体に不規則に分布するものと、それより大型で規則的に並ぶもの (large ganglion cell, LGC) が確認された。通常サイズの神経節細胞の密度は、いずれの年齢魚でも尾側から腹側にかけて高かった。このことから、本種は前方から上方に存在する物体への視認力が良いと考えられた。最高密度部位は、0歳魚は尾側にあつたが、2歳魚では尾側の腹側に存在した。このことから、視軸は前方にあつたものが成長に伴い斜め上方向へと変化すると推測された。また、動体視力に関与すると言われる LGC が存在したことから、*C. gunnari* の0~2歳魚は素早い動きの餌生物を捕食していると推察された。

色覚は、*C. gunnari* は赤、緑、青オプシン遺伝子の他に紫外線オプシン遺伝子を持つ4色色覚型であることが確認された。一方、錐体細胞は単錐体と複錐体の他に細胞が3つ接合した“triple cone”が視神経乳頭付近に観察された。その外周部位では複錐体と単錐体が交互に配列し、辺縁部は複錐体のみが並行配列をしていた。したがって、紫外線オプシン遺伝子は視神経乳頭周囲の同心円地帯に存在すると推察され、本種は氷下の水中で乱反射する紫外線を様々な方向への物体視認に利用している可能性が示唆された。

水槽内で観察された *Harpagifer antarcticus* Nybelin
(ナンキョクカジカ亜目, ハルパギフェル科) の孵化仔魚運搬行動

Larvae-carrying behavior of *Harpagifer antarcticus* Nybelin (Notothenioidei, Harpagiferidae) reared in an aquarium

齊當史恵¹、岩見哲夫²、多田 諭¹、笹沼伸一¹、三森亮介¹、池田正人¹

1 葛西臨海水族園, 2 東京家政学院大学

Fumie SAITO¹, Tetsuo IWAMI², Satoshi TADA¹, Shin-ichi SASANUMA¹, Ryousuke MIMORI¹, Masato IKEDA¹

1 Tokyo Sea Life Park, 2 Tokyo Kasei Gakuin Univ.

Harpagifer antarcticus is a small demersal fish living in shallow waters of the coast of Antarctic Peninsula and neighbor islands. This species is known for its interesting behavior such as assuming egg guarding by parents and an altruistic behavior which guarding eggs by non-related individuals. In Tokyo Sea Life Park, we continue to observe the spawning and egg guarding behavior of this species collected in King George Island, South Shetland Islands, from 1990. This time we were succeeded in observing larvae-carrying behavior by mouth during incubation periods in the tank and report this unique fact. Observations were conducted in the approximately 1m³ exhibit tank. As a result, larvae-carrying behavior is recognized in three distinctive patterns as follows; 1) fishes with guarding eggs carry a larva just after hatching, 2) fishes with guarding eggs carry a drifting larva after hatching, 3) fishes with guarding no eggs carry a drifting larva after hatching. During our observation, *Lepidonotothen nudifrons* reared in the same tank often ate *H. antarcticus* larvae. *L. nudifrons* and some other fish species that may prey *H. antarcticus* larvae could be seen around the habitat of *H. antarcticus* in King George Island. These facts might suggest that larvae-carrying behavior is developed to avoid predations, however, more detailed studies as observations in the field are needed.

Harpagifer antarcticus は、南極半島沿岸とその周辺諸島の浅海に生息する小型底棲魚類である。本種は、親による卵保護行動が南極産魚類として初めて報告されたほか、非血縁個体の卵保護という利他的な行動をとることが知られている。葛西臨海水族園では、サウスシェトランド諸島キングジョージ島で採集した本種の産卵および卵保護行動を 1990 年から確認しているが、孵化期に成魚が仔魚を口にくわえて運搬する行動が観察されたので報告する。

観察は、水量約 1 m³の展示水槽内で飼育されている個体を、目視およびビデオ撮影することにより行った。その結果、仔魚運搬行動には、①卵保護中の個体による孵化直後の仔魚の運搬、②卵保護中の個体による孵化後に水槽内を漂っていた仔魚の運搬、③卵保護をしていない個体による孵化後に水槽内を漂っていた仔魚の運搬、の 3 パターンが見られた。観察中、同居生物である *Lepidonotothen nudifrons* による仔魚捕食がしばしば見られた。キングジョージ島では *L. nudifrons* を始め本種仔魚を捕食する可能性のある数種の魚類が同所的に生息することが確認されている。仔魚運搬はこれら捕食者からの回避行動である可能性が推測されるが、フィールドでの観察などさらに詳細な解析が必要である。

北極海沿岸バローにおける大気—海氷間の二酸化炭素フラックスについて

Measurements of air-sea ice CO₂ flux over landfast sea ice in the Arctic Ocean, off Barrow, Alaska野村大樹^{1,2}, 白澤邦男¹, Hajo Eicken³, Rolf Gradinger³

(1.北海道大学低温科学研究所, 2.日本学術振興会 PD, 3.アラスカ大学フェアバンクス校)

Daiki NOMURA^{1,2}, Kunio SHIRASAWA¹, Hajo EICKEN³ and Rolf GRADINGER³

(1. ILTS, Hokkaido University, 2. JSPS-PD, 3. University of Alaska Fairbanks)

Measurements of air-sea ice CO₂ flux were made with a chamber technique over landfast sea ice in the Arctic Ocean, off Barrow, Alaska in late May 2008. To calculate the partial pressure of CO₂ (pCO₂) in the sea ice brine and under-ice water, the concentrations of dissolved inorganic carbon and total alkalinity in the brine and under-ice water were measured in conjunction with such physical parameters as temperature and salinity. During the observation period, the sea ice condition changed from a colder winter state to a warmer spring state when the air temperature increased drastically. The brine salinity and brine pCO₂ decreased from 67.3 to 18.7, and 1265.1 to 18.6 μatm, respectively. However, as for salinity and pCO₂ of the under-ice water they were constant at the average of 32.4 and 421.0 μatm, respectively. The air-sea ice CO₂ flux decreased from +0.4 to -0.4 mg-C m⁻² hour⁻¹ (where positive value indicates the CO₂ source for the atmosphere). It is, interestingly, implied that the sea ice itself transferred from the material as the source into that as the sink for atmospheric CO₂, because the brine pCO₂ varied from higher during the cold period into lower during the warm period, where the composition of the brine in the sea ice changed drastically due to melting after the sudden increase in the air temperature.

北極海沿岸バローにおける大気—海氷間の二酸化炭素 (CO₂) フラックスを2008年6月末にチャンバー法で測定した。また、海氷中ブラインおよび海氷下海水のCO₂分圧 (pCO₂) を見積もるため、それぞれの温度、塩分、全炭酸濃度、アルカリ度を測定した。観測期間中、急激な気温上昇によって、海氷の状態は、冬型から春型に移行した。ブライン塩分は、63.7から18.7に、ブラインpCO₂は、1265.1から18.6 μatmに減少した。一方、海氷下海水の塩分およびpCO₂は、それぞれ平均32.4、421.0 μatmと一定であった。大気—海氷間のCO₂フラックスは、+0.4から-0.4 mg-C m⁻² hour⁻¹に減少した (プラスの符号は、海氷から大気へのCO₂放出を示す)。本研究では、急激な気温上昇に伴うブラインの劇的な成分変化によって、ブラインpCO₂が大気に対して過飽和から未飽和の状態に減少した結果、海氷自体が大気に対してCO₂の放出源から吸収源に移行することが示された。

マッケンジー川沖に生息する植物プランクトンの光合成特性 Photosynthetic properties of phytoplankton inhabiting Mackenzie Shelf.

○ 藍川 晋平 (兵庫県立大学)、三瓶 真 (ラバール大学)、服部 寛 (東海大学)、佐々木 洋 (石巻専修大学)、福地 光男 (国立極地研究所)、佐藤 和彦 (兵庫県立大学)、工藤 栄 (国立極地研究所)、Jean-Eric Tremblay (ラバール大学)、Louis Fortier (ラバール大学)、菓子野 康浩 (兵庫県立大学)
Shimpei Aikawa (Univ. Hyogo), Makoto Sampei (Univ. Laval), Hiroshi Hattori (Tokai Univ.), Hiroshi Sasaki (Ishinomaki Senshu Univ.), Mitsuo Fukuchi (NIPR), Kazuhiko Satoh (Univ. Hyogo), Sakae Kudoh (NIPR), Jean-Eric Tremblay (Univ. Laval), Louis Fortier (Univ. Laval) and Yasuhiro Kashino (Univ. Hyogo)

In summer season, huge amount of fresh water is supplied from Mackenzie River into Cape Bathurst polynia formed in the south-eastern area in Beaufort Sea. Sea ice is another source of low salinity water when melted by increasing temperature. This seasonal event drastically fluctuates the ocean condition such as irradiance, salinity, temperature, nutrient and so on for the growth of microalgae. In this study, we investigated the photosynthetic properties of phytoplankton under the drastically fluctuating physico-chemical conditions during summer season (from 13 May to 04 Aug, 2004) in south-eastern area in Beaufort Sea. Photosynthetic properties of phytoplankton collected from surface water (less than 5 m) were measured by using a pulse amplitude modulation fluorometer (Phyto-PAM).

The values of maximal electron transport rate ($rETR_{max}$) and the maximum yield of photosystem II (F_v/F_m) increased in accordance with a decrease of salinity. The decrease of salinity was synchronized with the increase of temperature and/or silicate. Accordingly, the photosynthetic parameters were not simply related to specific environmental factors since multiple physico-chemical conditions influenced the photosynthetic properties of phytoplankton.

This work was performed under Canadian Arctic Shelf Exchange Study (CASES).

ボーフォート海南東部海域のバサースト岬ポリニアには春から夏にかけて、マッケンジー川から淡水の流入が起こる。また、気温の上昇などに伴う海水の融解も、海洋環境に大きな変化をもたらす。この季節的な海洋環境の変動によって、光強度、塩濃度、温度、栄養塩濃度などの微細藻類の生育環境が変化する。本研究では、夏季の生育環境の劇的な変化のもと、微細藻類がどのような光合成特性を示すかを明らかにするため、ボーフォート海南東部海域に生息する微細藻類を対象として、2004年5月から8月に測定を行った。表層(5 m以内)から採取した植物プランクトンの光合成特性を Pulse-Amplitude-Modulation (PAM) 蛍光法を用いて測定した。

その結果、塩濃度の低下にともなって最大電子伝達速度($rETR_{max}$)および光化学系 II の最大量子収率(F_v/F_m)が増加するという傾向がみられた。また、塩濃度の低下は水温の上昇やケイ酸塩の増加と同期していた。そのため、夏季の植物プランクトンは、複合的な環境要因の影響を受けながら、光合成機構を調節し光合成を行っていると考えられた。

なお、本研究は、Canadian Arctic Shelf Exchange Study (CASES)の一環として行われたものである。

04-06 年にカナダアムンゼン湾においてセディメントトラップで採集された 有殻翼足類 *Limacina helicina* の季節変化

秋葉文弘(石巻専大)、高橋裕子(石巻専大)、佐々木洋(石巻専大)、三瓶 真(ラーバル大)、服部 寛(東海大)、福地光男(国立極地研究所)

Seasonal change of sediment trap-collected pteropod (*Limacina helicina*, Gastropoda:Thecosomata) in Amundsen Gulf, 2004-2006.

Fumihiro Akiha (Isinomaki Senshu Univ.), Yuko Takahashi (ISU), Hiroshi Sasaki (ISU), Makoto Sampei (Laval Univ.), Hiroshi Hattori (Tokai Univ.) Mitsuo Fukuchi (National Institute of Polar Research)

Seasonality in the abundance and size compositions of *Limacina helicina* (Gastropoda: Thecosomata) were studied using mooring sediment traps in Amundsen Gulf during 2004 to 2006. The highest abundance in terms of flux ($160 \text{ ind. m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) was observed at 100m depth in mid-October to late-October, 2004. About 98% of *Limacina* disappeared in the depth range of 100 to 200m during the same period. In autumn, the averaged shell size of *L. helicina* at 100m depth (about $700\mu\text{m}$) was smaller than that at 200m depth (about $2000\mu\text{m}$). We will discuss relationships between the abundance of *L. helicina* and environmental variables such as temperature, salinity, chlorophyll, and sea ice density.

2004 年 7 月から 2006 年 11 月にカナダ北極圏のアムンゼン湾の観測点 CA18(N; $70^{\circ}38.557'$ W; $123^{\circ}6.042'$)においてセディメントトラップで採集された翼足類 *Limacina helicina* のサイズ別個体数ならびに殻長組成を測定した。翼足類の沈降量のピークは両年ともに 10 月中旬から下旬において 100 m 層で観察された。同時期の翼足類の沈降量は最大で $160 \text{ ind. m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ であった。また 100m以深ではその沈降量は著しく減少した(200m; $2 \text{ ind. m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 400m; $3 \text{ ind. m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)。逆に、100m 層の翼足類の平均殻長は(約 $700\mu\text{m}$)、200m 層においては増加する傾向が見られた(約 $2000\mu\text{m}$)。翼足類沈降量の季節変化と水温、塩分、クロロフィル濃度、海氷密度など、他の環境要因との関連について考察する予定である。

04-06 年のアムンゼン湾においてセディメントトラップで採集されたカイアシ類、
Metridia longa の季節変動

Seasonal variation of trap-collected copepod *Metridia longa* in Amundsen Gulf,
2004-2006

鈴木貴秋(石巻専大)、佐々木洋(石巻専大)、三瓶 真(ラーバル大)、服部 寛(東海大)、
福地光男(国立極地研究所)

Takaaki Suzuki (Ishinomaki Senshu Univ.), Hiroshi Sasaki (ISU), Makoto Sampei
(Laval Univ.), Hiroshi Hattori (Tokai Univ.) Mitsuo Fukuchi (National Institute of Polar
Research)

Two full-year observations of zooplankton collected using sediment traps were carried out at CA18 (Lat. 70° 38.56' Long. 123° 6.04') in Amundsen Gulf of the Canadian Arctic from August 2004 to November 2006. We investigate seasonal variations of abundance (in terms of flux) and copepodite stage composition of dominating copepod, *Metridia longa*. At 100 m depth, adult females (AF) were most abundant through the year (mean 84%), especially in summer 2004 (maximum: 462 ind. m⁻² d⁻¹). The AF decreased in autumn and winter and increased again in spring. Total abundance of *Metridia* at 200 m depth was about one order less than that at 100 m depth in two years. While copepodite 3-5 stages and adult males (AM) occurred through the year, AF prevailed over copepodites and AM in winter. We will discuss on the reproduction cycle of *Metridia* in relation to environmental variables.

カナダ北極圏アムンゼン湾の定点 (CA18, 緯度(N)70° 38.56'、経度(W)123° 6.04') においてセディメントトラップを用いて動物プランクトンサンプルを採集した。採集した期間は 2004 年 8 月から 2006 年 11 月、水深は 100、200m、400m 層 (2004-2005 秋季のみ)、である。大型カイアシ類の中で優占する *Metridia longa* に注目して、それらのコペポダイト幼生から成体の同定および計数を行った。ステージ組成の季節的な変動および鉛直的分布範囲の変化を調べた。100 m 層では周年メス成体が優占し (平均 84%)、特に夏季に出現個体数が増加した (最大個体数 462 ind m⁻² d⁻¹)。秋季から冬季にかけて減少するが、春季から夏季にかけて再び増加した。200 m 層に出現する *Metridia* の総個体数は 100m 層よりもほぼ一桁少ない。周年、コペポダイト 3-5 期およびオス成体が出現するが、冬季にメス成体の割合が顕著に増加する。これらの結果から、*Metridia* の産卵時期、生活史などについて考察する予定である。

おしよろ丸による国際極年ベーリング・チャクチ海調査結果

Preliminary results from the IPY cruise of T/V Oshoro Maru in Bering and Chukchi Seas

平澤享¹、藤原周²、松本慧太郎³、齊藤誠一¹、梶山雅秀¹、矢部衛¹
北海道大学¹大学院水産科学研究院・²大学院水産科学院・³水産学部

T. Hirawake¹, A. Fujiwara¹, K. Matsumoto², S. Saitoh¹, H. Kaeriyama¹, M. Yabe¹
¹Graduate School / ²Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University

Abstract: We have conducted two research cruises during the International Polar Year 2007-2008 by T/V Oshoro-Marui to examine the features and mechanisms of the responses of marine ecosystems to global climate change in the Bering and Chukchi seas. In the Arctic Sea, the minimum and a larger decline of sea ice extent has recorded in these years. Very warm sea surface temperature of 14 °C was observed in the coastal region. Moreover, much less abundance of fish than 1991/1992 was apparent, and effects of sea ice coverage on the abundance are concerned. We will also report preliminary results on changes in phytoplankton biomass and their size structure from satellite.

要旨:地球規模環境変動に対するベーリング・チャクチ海海洋生態系の応答とそのメカニズム明らかにすることを目的とし、2007年および2008年夏季に練習船おしよろ丸による国際極年調査航海を実施した。北極海における海氷面積は2007年に過去最小を記録し2008年も大きく後退した。沿岸においては14°Cの海面水温が観測され、さらに、底棲魚類は1991/1992年に比べ明らかに減少しており、海氷激減の影響とも考えられる。また、衛星から見た海氷変動にともなう植物プランクトンバイオマスおよび優占サイズの変化についても報告する。

知床半島沿岸域のサイズ別クロロフィル *a* 濃度と基礎生産量
Size-fractionated chlorophyll *a* and primary production in the coastal area of the
Shiretoko Peninsula

塩本 明弘 (東京農業大学生物産業学部)
Akihiro Shiimoto (Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture)

Size-fractionated chlorophyll *a* and primary production were measured in the coastal area of the Shiretoko Peninsula in May and June, 2007 and 2008. In 2007, substantial difference was not observed in total chlorophyll *a* and primary production between north (Okhotsk Sea) and south (Nemuro Strait) sides. The contribution of large size ($>10\ \mu\text{m}$) phytoplankton to chlorophyll *a* and primary production was higher in the north side than in the south side. In 2008, substantial difference was not observed in total chlorophyll *a* between both sides, whereas total primary production was about two times higher in the north side than in the south side. Total chlorophyll *a* and primary production were 2-3 times higher at near-shore stations than at offshore stations in both sides. The contribution of large size phytoplankton to chlorophyll *a* and primary production was higher in the north side, but the same result was not found in the south side. This study shows that the contribution of the large phytoplankton was higher in the Okhotsk Sea than in the Nemuro Strait in spring.

知床半島沿岸域の基礎生産に関する知見は乏しい。そこで2007年6月下旬と2008年5月下旬～6月初旬に半島の南側(根室海峡)と北側(オホーツク海)において、岸近くと沖合に観測点を設けてサイズ別(<2 、 $2\text{--}10$ 、 $>10\ \mu\text{m}$)のクロロフィル *a* 濃度と1日当たりの基礎生産量を測定した。

2007年、トータルのクロロフィル *a* 濃度、基礎生産量ともに南北間、岸近くと沖合間で大差はみられなかった。ただし、基礎生産量は北側が南側よりも幾分か高かった。大型($>10\ \mu\text{m}$)のクロロフィル *a* 濃度、基礎生産量への寄与は、北側が南側に比べて高かった(北側: 40～70%程度; 南側: 20%程度以下)。一方、南側では小型($<2\ \mu\text{m}$)が卓越していた(40～70%程度)。

2008年、トータルのクロロフィル *a* 濃度は南北でほぼ等しかったが、基礎生産量は北側が南側に比べて2倍程度高かった。また、南北両側ともに岸近くは沖合に比べて2～3倍高かった。岸近くでは、南北ともに大型のクロロフィル *a* 濃度、基礎生産量への寄与は高かった(50～70%程度)。一方、沖合では、北側では大型の寄与は比較的高かったが(20～50%程度)、南側では小型が卓越していた(40～70%程度)。

2ヶ年の結果から、春季の知床半島沿岸域ではオホーツク海側の方が根室海峡側に比べて大型植物プランクトンの基礎生産への寄与は高いことが指摘できる。オホーツク海側の観測点の有光層は宗谷暖流水の影響を受けていた水と考えられる。宗谷暖流水がオホーツク海に流入後、大型植物プランクトンを維持できる能力を身につけたとも言えるかもしれない。

能取湖における海氷と水柱のサイズ別クロロフィル *a* の分布動態
Temporal change in fractionized Chlorophyll-*a* in sea-ice and water column in
Notoro-ko Lagoon

西野康人、佐藤智希、谷口 旭（東京農業大学生物産業学部）

Yasuto NISHINO, Tomoki SATO, Akira TANIGUCHI

(Faculty of Bio-Industry Tokyo University of Agriculture)

Notoro-ko Lagoon located in northeast of Hokkaido is connected to The Okhotsk Sea by an artificial channel and there are few incoming of rivers. And this lagoon is covered with sea ice during winter and early spring. So we have conducted a investigation of temporal changing of chlorophyll *a* (size fraction: $>10\ \mu\text{m}$, $2-10\ \mu\text{m}$, $<2\ \mu\text{m}$) in seawater column and ice core during the ice freezing periods (from early February to late March in 2008). A sampling station is the deepest (about 20m) area in this lagoon and this area has been a direct influence on a tidal movement of The Okhotsk Sea. Matters for sampling were a stratified sea water sample (surface, 5m, 10m, 15m, 18m), a ice core sample (upper layer, middle layer and lower layer), CTD data (vertical profiles of salinity, water temperature and intensity of fluorescence) and vertical profiles of a light intensity. In the present study, a relationship of a change of chlorophyll *a* in a seawater and ice core is discussed.

道東オホーツク沿岸域に位置する能取湖は、湖口部でオホーツク海に開口し、潮汐変動により湖内の海水交換がおこなわれる海跡湖である。また、流入河川が少なく、塩分はオホーツク海と同等の値（33psu 前後）を示し、閉鎖系の湾としての要素もある。そのため、道東オホーツク海沿岸域の低次生産層の動態を反映していると考えられる。

能取湖の特徴として、冬季の結氷があげられる。例年、12月下旬から1月上旬にかけて湖面の氷結がはじまり、1月中旬から3月下旬にかけて全面的に結氷する。ここでの海氷は定着氷であり、海氷が生物生産におよぼす影響解明には好適な場と言える。

そこで、本研究では、能取湖の湖央最深部を観測定点とし、氷上観測を実施し、その観測結果のうち、海氷中と水柱のクロロフィル *a* 量の変動に着目し、海氷が生物生産に及ぼす影響について考察を試みる。

調査は、能取湖が結氷し、観測定点で氷上観測が可能となった 2008 年 2 月から 3 月にかけて 5 回実施した。その調査項目は、採水（海氷直下、5m、10m、15m、18m）、アイスオーガによる採氷、CTD 観測である。海水サンプルはサイズ分画（ $>10\ \mu\text{m}$ 、 $2-10\ \mu\text{m}$ 、 $<2\ \mu\text{m}$ ）によるクロロフィル *a* 量の測定ならびに栄養塩分析を行った。海氷サンプルは 3 層に分割し（各層 5cm）、融解後、サイズ分画しクロロフィル *a* 量の測定と栄養塩の分析を行った。

結果については、現在、解析中である。

北海道サロマ湖に生息するアイスアルジ群集の光化学系 II の電子伝達と
クロロフィル蛍光の消光

**PSII electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence of ice algal community in
Saroma-ko Lagoon, Hokkaido**

小幡光子・田口哲（創価大）

Mitsuko Obata and Satoru Taguchi (Soka University)

The physical condition of sea ice environment and characteristics of electron transport in Photosystem II (PSII) including the maximum quantum yield (F_v/F_m), operation efficiency (qP), excitation pressure ($1-qP$), and quantum yield (F_v'/F_m') were investigated on an ice algal community in Saroma-ko Lagoon, Hokkaido, Japan at the end of ice season in March 2006, 2007 and 2008. The F_v/F_m and F_v'/F_m' are considered as potential and effective efficiency of electron transport in a PSII while the qP and $1-qP$ are considered as the redox state of reaction centers, respectively. *In situ* incubations were conducted in light and dark bottles at the under surface of sea ice with about 0.41 ± 0.07 m thickness in all years. The characteristics of electron transport in PSII were measured by pulse-amplitude-modulation (PAM). The value of F_v/F_m was determined under dark condition while qP , $1-qP$ and F_v'/F_m' were obtained by illuminating subsamples at step-wise increasing intensity of actinic light up to $500 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Photosynthetically active radiation (PAR) at the undersurface of sea ice was about 3 % in the air and water temperature about -2°C in all years. Similar values of F_v/F_m at around 0.6 were obtained in all years. In contrast, the different photoresponse of qP , $1-qP$ and F_v'/F_m' were observed among three years. These results might suggest that the degree of photoadaptive succession of the ice algal community was different among three years. Especially, F_v'/F_m' remained constant regardless of actinic light intensity in 2006 while decreased with the light intensity in 2007 and 2008. Since decline of F_v'/F_m' result from thermal dissipation of absorbed light energy as photoprotective mechanism, the degree of photoadaptive succession of the ice algal community might be high in 2006 than other two years.

海氷底部の光制限下に生息するアイスアルジの生態を理解するために、季節海氷域に位置しオホーツク海に面するサロマ湖において、アイスアルジ群集の光化学系 II (PSII) の電子伝達特性を pulse-amplitude-modulation (PAM) を用いて調査した。海氷下に明暗 2 つの培養ボトルを設置し 24 時間の培養中 2~6 時間おきに試料を採集する実験を 2006、2007、2008 年の 3 月に行った。採集した試料を 30 分間暗所適応させた後、最大量子収率 F_v/F_m と、0 から $500 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の数段階の光強度を照射して各光強度下における光化学的消光 qP 、励起圧力 $1-qP$ および量子収率 F_v'/F_m' の光応答を求めた。ここで、量子収率は 1 つの PSII における電子伝達効率を、 qP と $1-qP$ は PSII の酸化還元状態を示す指標である。3 年とも、海氷の厚さは 0.41 ± 0.07 m、海氷下の水温は約 -2°C 、海氷下に透過した光強度は海氷上の光強度の約 3 % であった。アイスアルジ群集の電子伝達特性は、 F_v/F_m が 3 年とも 0.6 であったのに対して、 qP 、 $1-qP$ および F_v'/F_m' の光応答は年ごとに異なった。このことから、アイスアルジ群集の光適応状態は年ごとに異なっていたことが示唆された。特に、 F_v'/F_m' は、2006 年では値が一定であったのに対して、2007、2008 年では照射した光強度の増加に対して減少し、2007 年では最大 17%、2008 年では最大 37% 減少した。 F_v'/F_m' の減少は、光保護機構による吸収した光エネルギーの熱放散が原因であると考えられることから、アイスアルジ群集の弱光適応は、2006 年が最も高かったと考えられる。

西部北太平洋での細菌群集構造に対する紫外線の影響 Effects of UV radiation on bacterial community composition in the western North Pacific

○片岡剛文¹・程木義邦²・東正剛¹

○**Takafumi KATAOKA**¹, Yoshikuni HODOKI², Seigo HIGASHI¹

¹ 北海道大学地球環境科学研究所・Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

² 島根大学汽水域研究センター・Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University

ABSTRACT: In an attempt to evaluate the effects of solar ultraviolet (UV) on bacterial community composition, we characterized sensitivity and resistibility of bacterial phylotypes in sea surface water of the western North Pacific in September 2005. For this purpose, we applied magnetic bead immunocapture techniques to isolate genomes, and compared phylotype composition among selected genome sets using PCR denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). Bromodeoxyuridine (BrdU), which is halogenated thymidine analogue, was one target for labeling DNA in proliferating cells, and thymidine dimer (TD), which is specifically constructed by biologically harmful ultraviolet B (UVB; 280-315 nm) in DNA, was another target for selectively isolating UVB damaged cells. In the DGGE bands, UVB-resistant positions representing active growth of DNA without accumulating TD varied in phylotypes. Also, UVB-sensitive band positions with TD showed interspecific variation. Phylogenetic analysis revealed that 12 sequences were divided into 9 phylogenetic groups, 3 *Roseobacter*, 1 *Sphingomonas*, 2 *Gammaproteobacteria*, 1 *Actinobacteria*, 1 *Synechococcus*, 2 *Prochlorococcus*, 1 plastid and 1 others. UVB-resistant phylotypes were affiliated to *Erythrobacter* sp. (previously *Sphingomonas* sp.) and others; especially *Erythrobacter* sp. was distributed from southern Oyashio to Kuroshio regions. On the other hands, UVB sensitive phylotypes were affiliated to *Pseudoalteromonas* sp. in *Gammaproteobacteria*. These results suggest that UVB radiation affects *in situ* phylotype level of bacterial community and dominant bacteria are composed of both the UVB sensitive and resistant phylotypes. This is the first report on identifying detailed phylotypes of TD accumulating bacteria in openocean.

要旨：細菌群集に対する太陽光紫外線の影響を評価するために、西部北太平洋の海表面における細菌群集について、系統型毎の紫外線感受性と紫外線耐性を評価した。本研究では、免疫学的選抜法を用いて特定の分子を標識にゲノム DNA を選抜し、変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (DGGE) 法によりそれらの細菌群集構造を系統型レベルで明らかにした。チミンのハロゲン置換体であるブロモデオキシウリジン (BrdU) を分裂中の細胞、つまり、活性を持つ細胞の標識とし、また、生物に有害な紫外線領域 (UVB : 280-315 nm) によって DNA に蓄積するチミン二量体を DNA 損傷の標識に用いた。選抜されたゲノム DNA を用いた DGGE 法では、活性を持ち DNA 損傷の無い遺伝子型を紫外線耐性型、活性を持たず DNA 損傷を有する遺伝子型を紫外線感受性型とした。合計 12 種類の遺伝子が違いられ、系統解析によると 9 系統に属していた。*Roseobacter* が 3 型、*Sphingomonas* が 1 型、2 *Gammaproteobacteria* が 2 型、*Actinobacteria* が 1 型、*Synechococcus* が 1 型、*Prochlorococcus* が 2 型、植物プランクトンの色素に近縁な配列が 1 型と、その他が 1 型であった。紫外線耐性型には *Sphingomonas* sp. とその他に属し、紫外線感受性型には *Pseudoalteromonas* sp. が属した。以上の結果から海表面の細菌群集は、環境中の太陽光に対して紫外線耐性型を示すものと紫外線感受性型を示すものが混在していることが示唆された。本研究によって、環境中の細菌群集のチミン二量体を蓄積する系統型が始めて明らかとなった。

しらせによる海氷域における鯨類目視調査

Cetacean Sighting Survey within Pack Ice using Ice Breaker, Shirase

島田裕之(水産総合研究センター遠洋水産研究所)

Hiroyuki Shimada (National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency)

Cetacean sighting survey by a specialist on the ice breaker *Shirase* was conducted under the JARE46 in 2004/2005, in order to explore the Antarctic minke whales distribution density within pack ice. The result has contributed discussion for the abundance of Antarctic minke whales in the annual meetings of scientific committee, International Whaling Commission. Whale sighting surveys using *Shirase* over three seasons from JARE 47 to 49 were conducted to collect information on the whales with ice condition. Total research hours were 33 hours during four days in JARE47, 30 hours during four days in JARE48 and 17 hours during three days in JARE49 respectively. Eight to 28 researchers took part in the sighting surveys. At least two researchers had conducted sighting survey on the wheel house (the eye level is 19m) as they rotated among the members. When a whale was sighted, ice concentration in addition to the identification of species and group size was recorded. Research activity, ships movement and weather condition were recorded during the sighting survey too. Total of primary sightings during three seasons were six sightings and 18 animals of southern minke whales, one sighting and one animal of killer whale and five sightings and five animals of unidentified whales. Nine sightings and nine animals of southern minke whales and four sightings and seven animals of unidentified whales were sighted off effort. They were distributed in polynia and lead within ice field in the south of ice edge. Number of sightings was not enough to analyze the distribution density because of low survey effort. Line transect aerial survey planned systematic with sufficient sighting effort using helicopters on board a new ice breaker is expected.

海氷域におけるクロミンククジラの分布密度を推定するために、JARE46に鯨類研究者が参加し、得られた結果は国際捕鯨委員会におけるクロミンククジラ資源量に関する議論に大きく貢献した。更に情報を収集するために昭和基地への往復航海を利用してJARE47から49までの3ヶ年に、氷縁より南の海氷域において、しらせを用いた目視観測を実施した。各年度の海氷域での目視調査時間は、4日間に33時間、4日間に30時間、3日間に19時間であった。観測隊員から各年8名から29名が参加し、交代で常時2名以上がしらせ艦橋(眼高19m)より目視観測した。発見時には鯨種とともに海氷密接度なども目視情報に加えて記録した。また目視観測実施中は船の行動や天候を記録した。この間に氷縁より南の海氷域にあるポリニアやリードで一次発見された鯨類は、クロミンククジラ6群18頭、シャチ1群1頭、種不明鯨類5群5頭であった。また非調査時にクロミンククジラ9群9頭、種不明鯨類4群7頭が発見された。海氷域内の観測日数が限られていたこともあり、十分な調査努力量がかかることができず発見には恵まれなかった。今後は機会があれば、後継ヘリなどの航空機により十分努力量を払ったシステムティックなライントランセクト調査が本研究には望まれる。

キタゾウアザラシの回遊における潜水角度とストロークパターン：潜水機能による比較

Dive angles and stroke patterns of migrating elephant seals: comparison among dive functions

三谷曜子（極地研・日本学術振興会），佐藤克文（東大海洋研），Daniel Costa, Burney Le Boeuf

（カリフォルニア大学サンタクルス校），内藤靖彦（バイオロギング研究所，極地研）

Yoko Mitani (NIPR・JSPS), Katsufumi Sato (Ocean Research Institute, University of Tokyo),

Daniel P. Costa, Burney J. Le Boeuf (University of California, Santa Cruz), Yasuhiko Naito (Bio-logging Institute, NIPR)

Northern elephant seals, *Mirounga angustirostris* routinely dive deeper than 400 m throughout their biannual migrations averaging 3000 km. In order to return to the haul-out site with enough fat reserves for the next breeding or molting season, seals need to manage time and energy effectively during migration. It is reported that seals improve energy conservation by incorporating prolonged periods of gliding. To save time, seals may modify their vertical and horizontal speed by changing body angle to reduce time spent in transit. Our aim was to reveal how seals conserve time and energy during migration by attaching acceleration data loggers and monitoring flipper stroking activity as well as swimming speed, depth and body angles. In foraging dives, seals put time saving above energy saving by stroking more frequently with a steeper dive angle, resulting in faster vertical speed. In contrast, a shallower dive angle with greater horizontal travel was observed in traveling dives. In resting dives, both vertical and horizontal speed was low because seals did not stroke throughout descent. It is suggested that seals preferred an energy-conserving strategy in resting dives. Therefore, northern elephant seals modulate energy expenditure and travel speed according to dive function.

キタゾウアザラシは3000kmにおよぶ回遊中，絶え間なく400mほどの深い潜水を繰り返している。次の繁殖期や換毛期までに十分な脂肪を蓄えて上陸場へと戻ってくるためには，エネルギーと時間を効率的に使う採餌することが重要である。アザラシは，エネルギーを節約するため，浮力ないし重力を使ってヒレを動かさずに移動する「グライディング泳法」を用いることが知られている。また，体軸角度を変化させることにより，鉛直・水平移動速度を調節し，移動時間の節約をすることも知られている。本研究では，加速度データロガーを用いて，アザラシの体軸角度，遊泳速度，深度およびヒレの動きをモニタリングすることにより，エネルギーと時間をいかに節約しているかを明らかにすることを目的とした。この結果，アザラシは採餌の際には急角度で潜降し，さらにヒレを多く動かすことによって，鉛直速度を速めていることが明らかとなり，エネルギー節約よりも，移動時間の節約を優先させていることが考えられた。また，移動の際には浅い角度で潜降して水平移動速度を速めていることが明らかとなった。休息では，ほとんどヒレを動かさないかわりに，鉛直・水平移動速度が遅く，エネルギー節約を優先していることが明らかとなった。以上より，キタゾウアザラシは，潜水の機能によってエネルギー消費と移動速度を調節していることが示唆された。

加速度データロガーを用いた飼育下キタオットセイの遊泳行動モニタリング

Monitoring swimming behavior in the captive northern fur seal with acceleration data logger

岩田高志（総合研究大学院大学）、三谷曜子（国立極地研究所・JSPS）、

米崎史郎（遠洋水産研究所；現所属：日本鯨類研究所）、

香山薫（伊豆三津シーパラダイス）、高橋晃周（国立極地研究所・総合研究大学院大学）

Takashi Iwata (The Graduate University for Advanced Studies.), Yoko Mitani (NIPR・JSPS),

Shiroh Yonezaki (National Research Institute of Far Seas Fisheries; Present Affiliation: The Institute of Cetacean Research),

Kaoru Koyama (Izu Mito Sea Paradise), Akinori Takahashi (NIPR, The Graduate University for Advanced Studies)

The acceleration data loggers measuring the body movement of animals are considered to be a useful tool to study their foraging behavior. However, few studies have examined the matches between the acceleration records obtained by animal-borne data loggers and the direct observation of behaviors for otariids. The purpose of this study is to investigate the utility of acceleration data to infer 1) forelimb strokes, and 2) prey pursuits or captures for northern fur seals. Acceleration and swim speed data were obtained from a captive individual ($n=1$), and the data on swimming behavior were compared with the video observation of the seal (23 min. duration). The results showed that 84% of forelimb strokes were successfully detected. Furthermore, prey pursuit ($n= 5/8$) or prey capture ($n= 2/2$) events were detected, using a combination of speed and acceleration data obtained by the data logger. These results suggest that the diving cost and the number of prey pursuits or captures can possibly be estimated in free ranging otariids.

加速度データロガーは、動物の体の動きを直接計測することができ、捕食などの行動を調べる上で有効な道具であるとされている。しかし、加速度データロガーで計測した記録と直接観察した動物の体の動きを照合した研究は、アシカ類においてはこれまで行なわれていない。そこで本研究ではアシカ類について、加速度データロガーから得られた記録と遊泳・捕食行動との対応関係を明らかにすることを目的に、ロガーから得られた行動記録と観察の記録との照合をし、（１）ストロークの抽出、（２）生き餌に対する追跡、捕食行動といった採餌行動の抽出を行った。実験は、直接観察が可能な飼育下の雌のキタオットセイ（ $n=1$ ）に加速度データロガーを装着し、同時にビデオを用いた行動モニタリングを実施した（記録時間：23 分間）。その結果、実際のストロークの 84%がロガーに記録された。また、採餌行動の抽出をロガーの速度と加速度の記録を合わせて行ったところ、全 8 回中 5 回の追跡行動と全 2 回中 2 回の捕食行動が検出された。本研究で得られた知見を野生のアシカ類から得られたデータに応用することによって、潜水コストの見積もり、餌追跡や捕食といった採餌行動の回数を計測することができると考えられる。

黒潮・親潮混合域の季節な環境変化に対応したオオミズナギドリの採餌利用海域の変化
Foraging ranges of streaked shearwaters in response to the seasonal environmental changes in the Kuroshio-Oyashio transition region, northwestern pacific

山本 誉士 (総研大)・高橋 晃周 (極地研)・勝又 信博 (東大海洋研)・佐藤 克文 (東大海洋研)・
 岡 奈理子 (山階鳥研)・Philip Trathan (BAS)

T. Yamamoto (Grad. Univ. Adv. Stud), A. Takahashi (NIPR), N. Katsumata (Univ. Tokyo),
 K. Sato (Univ. Tokyo), N. Oka (Yamashina Inst. Ornithology.), P. Trathan (BAS)

Streaked shearwaters are a pelagic seabird breeding on islands in the northwestern Pacific. Their main breeding colonies are located along the Kuroshio-Oyashio transition region, the Pacific side of northern Japan. From spring to summer, sea-surface temperatures (SST) of this region increase dramatically in association with seasonal changes in the strength of current flow. Anchovy, a major prey of streaked shearwaters, is often found in relatively narrow temperature ranges (12-15°C). Therefore, we hypothesized that streaked shearwaters may adjust their foraging ranges in response to the seasonal changes in SST to follow Anchovy movement. To examine this, we studied streaked shearwaters breeding on two colonies at the northern or southern part of the Kuroshio-Oyashio transition region: Sangan island (39°18'N, 141°58'E) and Mikura island (33°86'N, 139°62'E). We attached Global Location Sensor loggers on 48 (Sangan) and 16 (Mikura) shearwaters to obtain bird position and activity data. The results showed that the shearwaters from both colonies mainly used two areas: 1) the area around each breeding colony and 2) the area with SST of 13-16°C. Shearwaters consistently used similar SST ranges (13-16°C) from spring to summer, despite the seasonal increase in SSTs in this region. The results also showed the sex-specific differences in foraging ranges: males foraged around the breeding colony more frequently than females during pre-laying period. Our results suggest that streaked shearwaters adjust their foraging ranges in response to the seasonal changes in the marine environment of the Kuroshio-Oyashio transition region and to the sex differences in breeding duties.

外洋性海鳥であるオオミズナギドリは日本の太平洋側に位置する島々で主に繁殖を行う。春から夏にかけて太平洋側の表層水温は海流の勢力変化に伴って上昇する。そこで、本研究ではオオミズナギドリに小型記録計を装着し、得られたデータより、春から夏にかけての海洋環境の変化に合わせて彼らの採餌利用海域がどのように変化するかを明らかにすることを目的に行った。解析の結果、オオミズナギドリは主に 1) 繁殖地周辺の海域、2) 13 - 16°C の水温域の 2 つの海域を採餌に利用していた。オオミズナギドリの主な餌であるカタクチイワシは 12 - 15°C の比較的狭い範囲の水温帯を好むことが知られている。つまり、春から夏にかけての水温分布の変化に合わせて移動するカタクチイワシに対して、オオミズナギドリも採餌利用海域を徐々に北へと変化させていると考えられる。

ウトウの餌スイッチング時における利用水塊とその年変化

Inter-annual change of water mass use during diet switching by Rhinoceros Auklet

伊藤 元裕・綿貫 豊（北大水産）

Motohiro Ito, Watanuki Yutaka (Hokkaido University)

Rhinoceros Auklet, breeding at Teuri Island, Hokkaido, were known to switch their diet from greenling and sandlance to anchovy very quickly at the middle of chick-rearing period. Anchovies are brought to coast of Hokkaido from the south in June by the Tsushima warm current and will be good diet for chick growth. How they switch their diet to anchovy so quickly? We attached depth-temperature recorder to chick-rearing adults of Rhinoceros Auklet for 12 days in 2006 and 2008. And we observed chick provisioning in those nests by using a small infrared camera. Diet switching was occurred on 17-June in 2006 and June 3 in 2008. Those diet switching takes only 7 and 3 days in 2006 and 2008, respectively. Estimated foraging efficiency (mass of bill-load per time of the last dive bout) was greater for birds bringing anchovies than others (in 2006). Estimated foraging efficiency for anchovy in 2008 was consistent with that of in 2006. In both years, at the time of diet switching, auklets fed on anchovies at the water masses where the temperature were higher ($\approx 13^{\circ}\text{C}$) than that of around the colony ($11\text{--}12^{\circ}\text{C}$). Anchovy is warm water related species and it appears in water having SST between $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$. Rhinoceros Auklets might select warmer sea region (perhaps southern areas) or patchy distributed small warm water masses actively, and respond quickly to intrusion of high energy and easier foraging anchovies.

北海道天売島で繁殖を行うウトウの餌は育雛期の途中のごく短期間の内に、ホッケやイカナゴからカタクチイワシに切り替わる。カタクチイワシは、6月頃対馬暖流に乗り南方から北海道沿岸に来遊する魚類で、ウトウ雛の成長によい影響を与える餌種である。ウトウは、いかにして素早くカタクチイワシに餌を切り替えるのだろうか？本研究では、2006年および2008年の育雛中の親鳥に深度と水温を記録するデータロガーを最大で12日間装着するとともに、その巣に小型の赤外線カメラをとりつけることで給餌の観察を行った。2006年は、6月17日、2008年は6月3日にカタクチイワシへの餌の切り替えが起こった。2006年及び2008年に餌の切り替わりに要した期間は、それぞれ7日と3日と非常に短期間であった。ウトウの1日の給餌量を、その日最後の潜水バウトにおける総潜水時間で割ることで、餌種毎の採餌効率を概算したところ、カタクチイワシを捕獲したときの採餌効率が他の魚種を捕獲したときのそれより有意に良かった（2006年）。2008年もカタクチイワシの捕獲効率は同様であった。ウトウは、どちらの年においても、繁殖地周辺の海表面水温よりも高い（ 13°C 以上）、水塊でカタクチイワシを捕獲した。カタクチイワシは、 $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ の水塊を好むとされる暖海性の魚類である。ウトウは、温暖な水域（南の海域）やパッチ上に点在する小スケールの暖水塊を選択的に利用することで、エネルギー価が高く、捕獲しやすい餌であるカタクチイワシの来遊にいち早く応答していると考えられた。

GPS トラッキングで推定されたクロアシアホウドリのダイナミックソーリング

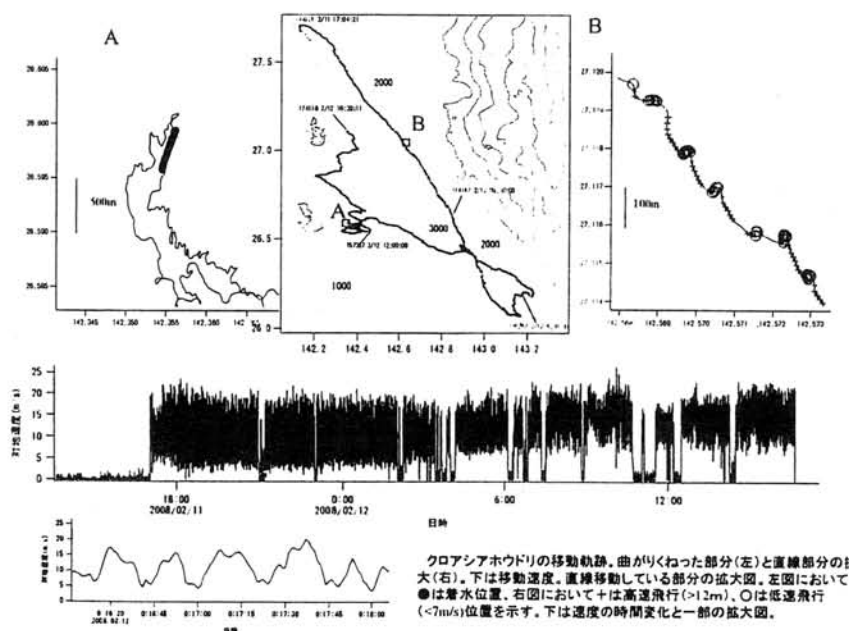
原田知子¹、依田憲²、綿貫豊¹ ¹北海道大学水産科学研究院、²名古屋大学大学院環境学研究科

GPS tracking suggests dynamic soaring of Black-footed Albatrosses

Tomoko Harada¹, Ken Yoda², Yutaka Watanuki¹ ¹ Hokkaido University, ² Nagoya University

We obtained 1-2 days GPS tracking data of 9 Black-footed Albatrosses rearing chicks on Mukojima, Ogasawara. Spatial scale of Area Restricted Search, determined by FPT analyses, was about 20 km for 3 birds that were positioned at 1 s interval. During the course of directional movement, birds changed ground speed between 3m/s and 25m/s around the interval of 10-15 s, indicating they achieved dynamic soaring.

GPS データロガーでえられた詳細な位置情報をつかって、探索行動の空間スケールや飛行パターンを推定することが可能である。2008 年 2 月初め、小笠原智島で、育雛中のクロアシアホウドリ 15 個体に GPS データロガーを装着し、3-5 日後に回収し、9 個体からデータを得た。智島から 2 日以内のトリップで、最大 400km ほどまで採食に出かけていた。1 秒ごとにデータが取得できた 3 個体の軌跡のまがりぐあいを First Passage Time をつかって分析した結果、その分散は、20km 程度で大きく、これが地域限定探索の空間スケールであり、その範囲内で着水をしていた。一定方向に移動している部分では、細かく見ると 100m スケールでジグザグしながら移動していることが多く、急に方向転換したあとに低速(秒速 7m 以下、最低秒速 3m 程度)部分があり、その後高速(秒速 12m 以上、最高秒速 25m 程度)部分がある。また、その周期はおおよそ 10-15 秒だった。速度は、ワタリアホウドリがダイナミックソーリングする場合の最適予測値 (海面近くでの最高速度が秒速 28m、頂点での最低速度が秒速 10m、Sachs 2005) より遅かったが、周期は予測値 (ほぼ 10 秒) にちかかった。パターンが似ているので、この部分ではダイナミックソーリングをしていると推定された。



ヒゲペンギンの潜水行動:繁殖ステージの影響と雌雄差

Diving behaviour of Chinstrap penguins in relation to breeding stage and sex

森貴久(帝京科学大)・高橋晃周(極地研)・國分亙彦(総研大)・
赤池直哉(帝京科学大)・Hyong-Chul Shin(韓国極地研)

Yoshihisa Mori (Teikyo Univ Sci Tech), Akinori Takahashi (Nat Inst Polar Res), Nobuhiko
Kokunun (Grad Univ Adv Stud), Naoya Akaike (Teikyo Univ Sci Tech)
& Hyong-Chul Shin (Korea Inst Polar Res)

The chinstrap penguins *Pygoscelis antarctica* is a monogamous species and the male and the female in a pair makes foraging trip by turns during incubation and chick guarding periods. In the incubation period, the male and the female forage for their own whereas in the chick guarding period, they also forage for their chicks. This suggests that foraging strategy appeared in diving behavior may change between incubation and chick guarding periods. In addition, sex difference in diving ability due to difference in body size predict that the foraging strategy should differ between males and females. Therefore, it can be predicted that foraging effort such as dive duration, dive depth, number of dives in a bout should be different between sexes and/or breeding stages. We recorded diving behaviors of 5 pairs and 9 pairs of incubating and chick guarding chinstrap penguins, respectively, in King George Island, Antarctica. We examined whether there are any differences predicted in diving behavior between breeding stages and sexes. We found that: (1) diving behaviours differed between incubation and chick guarding stage, and (2) there are significant difference in diving behaviours between birds of the same pair but there are NO difference in diving behaviours between male and female. These findings suggest that chinstrap penguins may adjust their diving behaviour to foraging condition which may vary seasonally and diurnally but the adjustment does not depend on the sex.

ヒゲペンギンは雌雄で交代して抱卵・育雛するが、抱卵期は自己のために潜水採餌を行ない、育雛期は自己と雛のために潜水採餌を行なう。また、自己の採餌行動は配偶相手の採餌行動を制限することになる。このような条件では、最適な採餌行動は配偶相手との兼ね合いと雛への最適投資スケジュールと関連することになり、潜水頻度や深度、潜水時間などの潜水行動が抱卵期と育雛期あるいはペア内の雌雄間で異なる可能性が考えられる。本研究では南極キングジョージ島のヒゲペンギンの抱卵期と育雛期の潜水行動について、繁殖ステージと雌雄差の関連で調べた。結果は(1)抱卵期と育雛期では、育雛期のほうが潜水時間は短かったが、深度は個体によって深くなったものと浅くなったものがあり、雌雄で一貫した変化はみられず(2)同一ペア内の雌雄で潜水行動に有意差はみられたが、性に依存した一貫した傾向はみられなかった。これらの結果は、ヒゲペンギンにおいては、繁殖ステージや採餌時刻などで決定される餌環境に応じて採餌潜水を行なうが、その対応に雌雄差はないことを示唆している。

**XXXI Symposium on
Polar Meteorology and Glaciology
Polar Biology**

Program

December 2.3.4. and 5 2008

2 December, Tuesday	3 December, Wednesday
Opening 9:30-9:40	Oral Presentation V. Japanese Swedish Antarctic Expedition I 10:00-11:00
Oral Presentation I. Atmospheric dynamics and Climate 9:40-11:20	Oral Presentation VI. Japanese Swedish Antarctic Expedition II 11:10-12:00
Oral Presentation II. Aerosol 11:30-12:30	Lunch 12:00-13:25
Lunch 12:30-13:15 Poster Presentation Meteorology, ocean and sea ice 13:15-14:45	Poster Presentation 13:25-14:55
Oral Presentation III. Ocean, sea ice 14:45-16:35	Oral Presentation VII. Transdisciplinary Research Integration Center 'Microbes on ice sheets and glaciers' 15:00-17:30
Oral Presentation IV. Glaciology 16:45-18:15	Reception 18:00-

4 December, Thursday	5 December, Friday
Oral Presentation VIII. Transdisciplinary Research Integration Center 'Life in the extreme environments' 10:00-12:00	Oral Presentation X. Marine Biology 'Southern Ocean Biology: international networks' 10:00-12:00
Lunch 12:00-13:00 Poster Presentation 13:00-14:00	Lunch 12:00-13:00 Poster Presentation 13:00-14:00
Oral Presentation IX. Terrestrial Biology 'Ecosystem dynamics in polar regions' 14:00-15:50	Oral Presentation XI. Marine Biology 'Marine environment and organisms' 14:00-16:00
Poster Presentation 15:50-17:00	Poster Presentation 16:00-17:00
Presentation Award (Tansdisciplinary Research Integration Center /Terrestrial Biology) 17:00	Presentation Award (Marine Biology)/ Closing remarks 17:00

The Thirty-first Symposium on Polar Meteorology and Glaciology, Polar Biology Program

02Dec.2008

I. Atmospheric dynamics and Climate (8)

9:40 ~ 11:20

Chair: Y. Tomikawa (NIPR)

-
- 1 Characteristics of the wind speeds over Syowa Station in snowy condition
Kazue Suzuki, Takashi Yamanouchi, Naohiko Hirasawa (NIPR)
 - 2 A study of dynamics of katabatic winds in the Antarctic using a non-hydrostatic model
Takehiro Oyama, Masahiro Takagi, Kaoru Sato (University of Tokyo)
 - 3 Time evolution of a high pressure system over east Antarctic ice sheet after a blocking event
Naohiko Hirasawa, Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research), Masahiko Hayashi (Fukuoka University)
 - 4 What was the Arctic warming in the first half of 20th century?
Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)
 - 5 Energetics of Glacial Climate
Shigenori Murakami, Rumi Ohgaito (FRCGC, JAMSTEC), Ayako Abe-Ouchi (CCSR, University of Tokyo)
 - 6 A study on the transport of stratospheric ozone using the three dimensional residual circulation
Takenari Kinoshita (The University of Tokyo), Yoshihiro Tomikawa (National Institute of Polar Research), Kaoru Sato (The University of Tokyo)
 - 7 A study on sources of gravity waves over the Antarctic
Satoshi Tateno, Kaoru Sato (The University of Tokyo), Shingo Watanabe, Yoshio Kawatani (JAMSTEC/FRCGC), Yoshihiro Tomikawa (National Institute of Polar Research), Kazuyuki Miyazaki (JAMSTEC/FRCGC), Masaaki Takahashi (CCSR the University of Tokyo, JAMSTEC/FRCGC)
 - 8 Program of the Antarctic Syowa MST/IS Radar
Kaoru Sato (U. Tokyo), Masaki Tsutsumi (NIPR), Toru Sato, Akinori Saito (Kyoto Univ.), Yoshihiro Tomikawa (NIPR), Koji Nishimura (TRIC, ROIS), Hisao Yamagishi, Takashi Yamanouchi, Takehiko Aso and Masaki Ejiri (NIPR)

II. Aerosol (5)

11:30 ~ 12:30

Chair: M. Hayashi (Fukuoka Univ.)

-
- 1 Aerosol fields in the regions of S40–S60: analysis by a global transport aerosol mode and by satellite imagers
Daisuke Goto, Teruyuki Nakajima (Center for Climate System Research, The University of Tokyo), Toshihiko Takemura (Research Institute for Applied Mechanics, Kyusyu University), Akiko Higurashi (National Institute for Environmental Studies)

- 2 Observation of PSCs in Arctic region by lidar (January, 2008)
Motoki Uchida, Motowo Fujiwara, Kouichi Shiraishi, Masahiko Hayashi (Fukuoka University), Takashi Shibata (Nagoya University)
- 3 Measurement plan of dimethyl sulfide in the lower atmosphere using proton transfer reaction-mass spectrometry (PTR-MS) along tracks of the Umitakamaru and Shirase voyages in the Antarctic ocean
Makoto Wada, Shinichiro Nakaoka, Nobue Kasamatsu (National Institute of Polar Research)
- 4 Characterization of particulate matter in the atmosphere at Syowa Station by Helium Microwave Induced Plasma Atomic Emission Spectrometry- Elemental analysis, chemical state analysis and grain diameter distribution analysis of particulate matter in the atmosphere -
Hitoshi Asano (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Tomoki Aoyama (Horiba, Ltd.), Tadashi Kikuchi (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Makoto Ohishi (Horiba, Ltd.), Makoto Wada (National Institute of Polar Research), Shintaro Komatani (Horiba, Ltd.), Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)
- 5 Sea salt fractionation in Antarctic region: Seasonal variation and distribution
K. Hara (Fukuoka Univ.), K. Osada (Nagoya Univ. Env.), M. Yabuki (Chiba Univ.), G. Hashida (NIPR), C. Nishita (Nagoya Univ.), T. Yamanouchi (NIPR), M. Hayashi (Fukuoka Univ.)

Pl. Poster presentation (Meteorology, ocean and sea ice) (27)

13:15 ~ 14:45

- 1 Similarity between movement of Winter warming areas in Antarctica and Air parcel trajectories
Hirokazu Yamada, Masahiko Hatanaka, Yukinori Sato (Muroran Institute of Technology), Naohiko Hirasawa, Makoto Wada (National Institute of Polar Research)
- 2 Variation in surface weather at Dome Fuji station in winter and the relationship with Antarctic synoptic-disturbances
Naohiko Hirasawa (National Institute of Polar Research)
- 3 Meteorological effects of the total solar eclipse of 23 November 2003 observed in a cloudless condition at Dome Fuji Station, East Antarctic ice sheet
T. Kameda (Kitami Institute of Technology), K. Fujita (Nagoya Univ.), O. Sugita (JMA), N. Hirasawa (NIPR) and S. Takahashi (KIT)
- 4 Detection of cloud with an inversion layer over Antarctica using NOAA / HRPT data
Makoto Kuji (Nara Women's University), Nobuyuki Kikuchi (National Institute for Environmental Studies), Akihiro Uchiyama (Meteorological Research Institute), Naohiko Hirasawa, Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)
- 5 Declining snow cover in the Northern Hemisphere
Masahiro Hori (JAXA)
- 6 Characteristics of summer temperatures in the coastal area of Greenland and five cities in Northern Hemisphere by Continuous Wavelet Transform method
Tatsuo Shirakawa and Takao Kameda
(Department of Civil and Environmental Engineering, Kitami Institute of Technology)
- 7 Vapor Budget Analysis around No.31 Glacier in the Eastern Siberia
Yoshio Asuma (University of the Ryukyus), Shuhei Takahashi (Kitami Institute of Technology)
- 8 Wavelike snowfall clouds at Syowa Station, Antarctica
Hiroyuki Konishi (Osaka Kyoiku Univ.), Naohiko Hirasawa and Makoto Wada (NIPR)

- 9 Comparison of tropopause from ozonesonde data in Antarctica and its relation to Stratosphere-Troposphere Exchange
Y. Nishimura(Sokendai), T. Yamanouchi, Y. Tomikawa(Sokendai,NIPR)
- 10 Monthly scale surface ozone depletion during polar sunrise in 2006 observed at Syowa Station, Antarctica
Tomonori Watai, Gen Hashida, Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)
- 11 Greenhouse gas observations at Syowa Station in the summer season of JARE49
Shinji Morimoto(NIPR), Hitoshi Asano(Yamaguchi Univ. of Sci.), Tomoki Aoyama(Horiba Inc), Takashi Yamanouchi, Makoto Wada(NIPR), Hideyuki Honda(JAXA/ISAS), Satoshi Sugawara(Miyagi Univ. of Education), Shigeyuki Ishidoya, Daisuke Goto, Shuji Aoki and Takakiyo Nakazawa(Tohoku Univ.)
- 12 Ozone hole observations with FTIR at Syowa station, Antarctica in 2007
Kosuke Saeki(Tohoku University), Hideaki Nakajima(National Institute for Environmental Studies), Nicholas Jones(University of Wollongong)
- 13 Number concentration of aerosol particles in the Antarctic troposphere over the ice sheet, sea ice and sea surface areas
Naohiko Hirasawa (National Institute of Polar Research), Keiichiro Hara (Fukuoka University), Makoto Wada (National Institute of Polar Research)
- 14 Measurements of aerosols and surface snow during JASE campaign (2007/2008)
K. Hara (Fukuoka Univ.), F. Nakazawa, S. Fujita, T. Yamanouchi (NIPR), JASE members
- 15 Characterization of particulate matter in the atmosphere at Syowa Station by X-ray fluorescence analysis
Tomoki Aoyama (Horiba, Ltd.), Hitoshi Asano, Tadashi Kikuchi (Tokyo University of Science, Yamaguchi), Makoto Ohishi (Horiba, Ltd.), Makoto Wada (National Institute of Polar Research), Shintaro Komatani (Horiba, Ltd.), Takashi Yamanouchi (National Institute of Polar Research)
- 16 The tropospheric aerosol layer over Fairbanks observed in April of 2008
—Optical property, size distribution and trajectory—
M. Hayashi, [○]Y. Hayashi, T. Maruyama, K. Ozuka, K. Shiraishi(Fukuoka University), K.Sassen and G.E. Shaw (Geophysical Institute,University of Alaska Fairbanks)
- 17 Development of Balloon-UAV hybrid platform for the polar atmosphere observations
M. Hayashi (Fukuoka U.), S. Higashino, S. Kozai (kyusyu U.), K. Ozuka (Nippon Tungsten Co. Ltd), M. Fukushima, T. Maruyama, Y. Hayashi (Fukuoka U.)
- 18 Applications of UAVs to atmospheric and land/ocean surface observations in Ny-Ålesund
Jun Inoue(JAMSTEC), Rune Storvold, Stian Solbø, Andreas Tøllefsen (NORUT)
- 19 Hydration number of natural gas hydrate obtained in the Sea of Okhotsk and Lake Baikal
Akihiro Hachikubo, Hideaki Iriki, Hirotoshi Sakagami, Hirotosugu Minami, Hitoshi Shoji (Kitami Institute of Technology), Young K. Jin (Korea Polar Research Institute), Anatoly Obzhirov (V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS), Oleg Khlystov (Limnological Institute SB RAS)
- 20 Geochemical evidence for deep convection and estimation of sea surface carbon dioxide partial pressure in 1974 Weddell Polynya
Tatsuo Motoi (MRI), Yoshikazu Sasai (FRCGC/JAMSTEC), Masao Ishii, Takashi Midorikawa (MRI)
- 21 LONG-TERM VARIATION OF OCEANIC CO₂ AND POSSIBLE ACIDIFICATION IN THE INDIAN SECTOR OF THE SOUTHERN OCEAN
G. Hashida, S. Nakaoka, T. Yamanouchi (National Institute of Polar Research), S. Aoki, T. Nakazawa (Tohoku Univ.), A. Sugimoto(Japan Coast Guard)

- 22 Primary production and carbonate system under summer fast ice in Lüzow-Holm Bay.
Akihisa S. Otsuki(Kanagawa Prefectural Fisheries Technology Center)
- 23 Observation of Landfast Ice Thickness by JARE 48th Wintering Party using Sledge-borne Electro-Magnetic Inductive Instrument "*Ice Worm*"
Haruhito Shimoda(NMRI), Kazutaka Tateyama(Kitami Inst. Tech.), Kotaro Fukui(NIPR), Norio Ishizaki (Global Environmental Forum), Shotaro Uto(NMRI) and Shuki Ushio(NIPR)
- 24 Sea ice movement detection method using optical flow
K. Nemoto, T. Ohmiya, R. Sato, R. Tomizawa, [○]H. Warashina (Sendai national college of technology)
- 25 Accuracy comparison of automatic sea ice tracking using AMSR-E and SSM/I data
Ryota Yaguchi, Kohei Cho(Tokai University)
- 26 Microwave radiation properties of the Arctic summer sea ice
Kazutaka Tateyama, Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology), Kunio Shirasawa (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)
- 27 Drastic retreat of arctic sea ice in summer 2007 and its change in 2008
Hiroki Shibata, Kazutaka Tateyama, Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology) , Hiroshi Itaya (LIVTEC), Yuuya Uenishi (Daito Trust Construction Co.,LTD)

III. Ocean, sea ice (9)

14:45 ~ 16:35

Chair: T. Motoi (MRI)

- 1 Air-sea observations on the Agulhas return front and Sub-Antarctic front regions
Yuji Iijima, Shigeru Aoki, Youichi Tanimoto (Hokkaido Univ.)
- 2 Volume transport of Antarctic Bottom Water over the eastern flank of the Kerguelen Plateau in the Indian Ocean sector of the Antarctic
Yasushi Fukamachi, Shigeru Aoki (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University), John A. Church, Stephen R. Rintoul (CSIRO Marine and Atmospheric Research), Mark Rosenberg (ACE CRC, University of Tasmania), Masaaki Wakatsuchi (Hokkaido University)
- 3 Size distribution of relatively small sea ice floes in the marginal ice zone of the Weddell Sea
Takenobu Toyota (Hokkaido University) and Christian Haas (University of Alberta)
- 4 Numerical modeling of coastal polynyas around Antarctica
Kazuya Kusahara and Hiroyasu Hasumi (Center for Climate System Research, University of Tokyo)
- 5 Variability of sea ice thickness from radiometer in the Northern Hemisphere
Kazuhiro Naoki, Fumihiko Nishio(Chiba University), Jinro Ukita(Niigata University)
- 6 Characteristics of the Okhotsk coastal polynyas revealed from active and passive microwave satellite observations
Sohey Nihashi and Naoto Ebuchi (ILTS, Hokkaido Univ.)
- 7 Interannual variation of the Okhotsk sea-ice tracks
Noriaki Kimura, Ken T. Murata (Ehime University)
- 8 Summertime variations of oceanic carbonate system in the Southern Ocean around 140° E
Hisashi Ono, Takakiyo Nakazawa, Shuji Aoki(Tohoku University), Hisayuki Yoshikawa(Hokkaido University), Gen Hashida, Shin-ichiro Nakaoka(National Institute of Polar Research)

IV. Glaciology (7)

16:45 ~ 18:15

Chair: M. Igarashi (Riken)

- 1 Seasonal variations in spectral albedo and impurities on snow surface in Tateyama Mountains in Toyama Prefecture, Japan
Takaaki Furukawa, Kousuke Nagai, Nozomu Takeuchi (Chiba University)
- 2 Field survey of snow physical parameters in the mountainous regions of Northeast Eurasia
Konosuke Sugiura, Tetsuo Ohata (Japan Agency for Marine–Earth Science and Technology), Gombo Davaa (Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia), Trofim Maximov (Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Russia)
- 3 Iron flux to the northern North Pacific estimated from the ice-core of Mt. Wrangell, Alaska
Hirotaka Sasaki (Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University), Sumito Matoba (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University), Takayuki Shiraiwa (Research Institute for Humanity and Nature)
- 4 Ice Sheet Surface Elevation Change Using ICESat/GLAS on Shirase Glacier drainage basin, East Antarctica
Tomoaki Kitayma (Chiba Univ.), Kazuki Nakamura (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Kazuhiro Naoki, Fumihiko Nishio (Chiba Univ.)
- 5 Major and trace elements in Antarctic ice core
Tadashi Shimamura, Yurie Terasawa, Masato Iwashita (Kitasato University), Yuichi Takaku (Institute for Environmental Sciences), Kumiko Azuma, Yoshiyuki Fujii (National Institute of Polar Research), Takaaki Fukuoka (Rissho University)
- 6 Dust variability during the past 720 kyrs at Dome Fuji, Antarctica
Takayuki Miyake, Yoshiyuki Fujii, Motohiro Hirabayashi (NIPR), Ryu Uemura, (NIPR/Laboratoire des Sciences du Climat et l' Environnement (LSCE), France), Takayuki Kuramoto, Kumiko Goto–Azuma, Hideaki Motoyama (NIPR), Yoshinori Iizuka (ILTS, Hokkaido Univ.), Makoto Igarashi (RIKEN), Mika Kohno (NIPR/Univ. of Goettingen, Germany), Keisuke Suzuki (Shinshu Univ.), Toshitaka Suzuki, (Yamagata Univ.), Koji Fujita (Nagoya Univ.), Shinichiro Horikawa (ILTS, Hokkaido Univ.)
- 7 Orbital and millennial-scale variability of aerosol fluxes during the past 720,000 years reconstructed from the Dome Fuji ice core
Kumiko Goto–Azuma, Motohiro Hirabayashi, Takayuki Miyake (NIPR), Ryu Uemura (NIPR/Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, France), Takayuki Kuramoto, Hideaki Motoyama (NIPR), Makoto Igarashi (Riken), Yoshinori Iizuka (Hokkaido Univ.), Keisuke Suzuki (Shinshu Univ.), Toshitaka Suzuki (Yamagata Univ.), Koji Fujita (Nagoya Univ.), Shinichiro Horikawa (Hokkaido Univ.), Mika Kohno (NIPR/Georg–August–Univ. Goettingen, Germany), Yoshiyuki Fujii, Kenji Kawamura (NIPR), Shuji Aoki and Takakiyo Nakazawa (Tohoku Univ.)

03Dec.2008

V. Japanese Swedish Antarctic Expedition I (5)

10:00 ~ 11:00

Chair: H. Enomoto (Kitami Inst. of Tech.)

-
- 1 Outline of the Japanese Swedish Antarctic Expedition 2007–2008: activities along routes between S16 and the meeting point
Shuji Fujita(National Institute of Polar Research)
 - 2 Outline of the JASE activities along the route between the Wasa station and the meeting point
Per Holmlund (Stockholm University)
 - 3 Preliminary result on the deep sounding radars of the ice sheet along the route of the Japanese Swedish Antarctic Expedition
Shuji Fujita(National Institute of Polar Research) and Per Holmlund (Stockholm University)
 - 4 Changes of surface snow density in a summer in the Antarctic Dome Fuji region
Shuji Fujita(National Institute of Polar Research), Hiroyuki Enomoto, Takao Kameda (Kitami Institute of Technology), Hideaki Motoyama(National Institute of Polar Research), Shin Sugiyama (Hokkaido University)
 - 5 Snow density and dielectric constant measurements along the Japanese–Swedish Antarctica traverse expedition route
Shin Sugiyama (Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University), Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology), Shuji Fujita(National Institute of Polar Research)
-

VI. Japanese Swedish Antarctic Expedition II (4)

11:10 ~ 12:00

Chair: S. Fujita (NIPR)

-
- 1 GPR sounding of polar firn in the east Dronning Maud Land, Antarctica, observed by Japanese–Swedish traverse expedition
Kotaro Fukui, Shuji Fujita, Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research)
 - 2 Microwave Observation along the Japanese–Swedish Antarctic Traverse Route
Hiroyuki Enomoto(Kitami Institute of Technology), Shuji Fujita(NIPR), Shin Sugiyama(Hokkaido University), Sylviane Surdyk(NIPR)
 - 3 Aerosol observations between Wasa and Meeting point during JASE
Johan Ström, Margareta Hansson and the JASE-team
 - 4 Links between JASE and the European drilling program EPICA at Kohnen Station
Margareta Hansson, Torbjörn Karlin, and the JASE-team
-

PII. Poster presentation (Glaciology) (22) (Biology) (4)

13:25 ~ 14:55

-
- 1 Snow properties on sea ice in the northwestern Weddell Sea in late winter
Takenobu Toyota (Hokkaido University), Christian Haas (University of Alberta), Marcel Nicolaus (Norwegian Polar Institute), Zhijun Li (Dalian University of Technology) and Shigeru Aoki (Hokkaido University)
 - 2 Monitoring of Soya coast by connecting the captured video images
Takashi SAITO (DPRI, Kyoto univ.)

- 3 Snow strength at different loading rates and avalanche release
 Chernous, P.(Center of Avalanche Safety, "Apatit" JSC), Podolskiy, E. (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University), Abe, O. (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Shinjo Branch), Barashev, N.(Center of Avalanche Safety, "Apatit" JSC), Nishimura, K (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University) and Fedorenko Yu(Polar Geophysical Institute,Russian Academy of Science)
- 4 Variability of snow characteristics and its role in snow stability assessment
 Pavel Chernouss(Center for Avalanche Safety, "Apatit" JSC/Murmansk State Technical University), Nikolay Barashev (Center for Avalanche Safety, "Apatit" JSC), Yuri Fedorenko (Polar Geophysical Institute, Russian Academy of Sciences)
- 5 INTERACTION BETWEEN THE ATMOSPHERE – SNOW COVER – PERMAFROST IN ARCTICA AND ANTARCTICA
 Nikolay Osokin, Alexandr Sosnovsky (Institute of Geography of the Russian Academy of Science)
- 6 Surface velocities and elevation change of the maritime Hailuoguo glacier, China
 Yong ZHANG, Koji FUJITA(Nagoya University), Shiyin LIU, Qiao LIU(Cold & Arid Regions Environmental & Engineering Research Institute)
- 7 Chemical profiles of an iced-core from Mount Ichinsky, Kamchatka
 Sumito Matoba (ILTS Hokkaido Univ.), [○]Hirota Sasaki (Grad. School of Environ. Sci., Hokkaido Univ.), Takayuki Shiraiwa (RIHN), Yaroslav Dimitrievich Muravyev (Inst. Volcanol. Seismol. RAS-FEB)
- 8 Reconstruction of summer temperature by melt features in Belukha ice core, Russian Altai
 Sachiko Okamoto, Koji Fujita(Nagoya Univ.), Hideki Narita(Network of Snow and Ice Specialists) , Jun Uetake(NIPR), Nozomu Takeuchi(Chiba Univ.), Takayuki Miyake, Fumio Nakazawa(NIPR), Vladimir B. Aizen(Univ. of Idaho), Stanislav A. Nikitin(Tomsk State Univ.), Masayoshi Nakowo(RIHN)
- 9 Glaciological observations in Suntar-Khayata, Eastern Siberia (2)
 – Observations between Suntar-Khayata area, Oimiyakon and Magadan –
 Shuhei Takahashi, Takao Kameda, Hiroyuki Enomoto (Kitami Institute of Technology), Konosuke Sugiura (JAMSTEC), Yoshio Asuma (Ryukyu University), Yuriy Kononov and Maria D. Ananicheva (Geographical Institute, Russia Academy)
- 10 Study of high pressure warm ice drilling by Dome Fuji deep ice core drilling data analysis(1).
 Atsushi Furusaki(Asahikawa National College of Technology), Yoichi Tanaka(Geo Tecs Co. Ltd), Kunio Shinbori(ILTS, Hokkaido University), Hideaki Motoyama(NIPR),Katsuyuki Toda, Tomoya Toda(Asahikawa National College of Technology)
- 11 Extraction of Micrometeorites from scraps of Dome Fuji ice core
 Ayumi Miura, Tomonori Uno, Takaaki Fukuoka(Rissho University)
- 12 Characteristics of basal ice sheet at Dome Fuji, Antarctica
 Hideaki Motoyama(NIPR), Ryu Uemura(Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement (LSCE), France), Motohiro Hirabayashi, Takayuki Miyake, Takayuki Kuramoto(NIPR), Yoichi Tanaka(Geosystems Inc.), Dome Fuji Ice Core Project Members
- 13 Continuous chemistry record from the Dome Fuji ice core during Antarctic Isotope Maxima (AIM)
 Takuya Tatenuma(the Graduate University for Advanced Studies), Kumiko Goto-Azuma, Takayuki Miyake, Motohiro Hirabayashi, Takayuki Kuramoto, Hideaki Motoyama, Yoshiyuki Fujii(National Institute of Polar Research)

- 14 Relation between the metal anomaly and CO₂ concentration recorded in Dome Fuji ice core
 Hironori Sato, Toshitaka Suzuki (Yamagata Univ.), Yoshinori Iizuka (ILTS, Hokkaido Univ.), Motohiro Hirabayashi, Hideaki Motoyama, Yoshiyuki Fujii (NIPR)
- 15 Depth dependence of the lattice constants of the Dome Fuji deep ice cores
 Akira Hori (Kitami Inst. Tech.), Atsushi Miyamoto, Takeo Hondoh (Inst. Low Tem. Sci., Hokkaido Univ.)
- 16 Crystal orientation distribution of the Dome Fuji ice core focused on a-axes orientation
 Atsushi Miyamoto, Takeo Hondoh (Inst. of Low Tem. Sci., Hokkaido Univ.)
- 17 Application of the automatic fabric analyzer to measurement of firn samples from the inland plateau in East Antarctica
 Shuji Fujita(National Institute of Polar Research), Atsushi Miyamoto (Hokkaido University), Nobuhiko Azuma (Nagaoka University of Technology)
- 18 Development of analysis method for chemical composition of micro impurities in firn at Dome Fuji
 Akira Tsuchimoto, Toshimitsu Sakurai(Graduate school of Environmental Science,Hokkaido University), Yoshinori Iizuka, Atsushi Miyamoto(ILTS,Hokkaido University), Akira Hori(Kitami Institute of technology), Shuji Fujita(NIPR), Takeo Hondoh(ILTS,Hokkaido University)
- 19 Nd isotopic study of surface snow near Dome Fuji, Antarctica
 Motohiro Hirabayashi, Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research), Shun'ichi Nakai (Earthquake Research Institute, The University of Tokyo), Hirokatsu Utagawa, Atsushi Tanaka (National Institute for Environmental Studies)
- 20 Chemical characteristics of surface snow on the way from coastal area to Dome Fuji, Antarctica
 Takayuki Kuramoto, Motohiro Hirabayashi, Hideaki Motoyama (National Institute of Polar Research)
- 21 Distribution of stable isotopes in surface snow on the plateau of East Dronning Maud Land, Antarctica, observed by Japanese-Swedish traverse expedition
 Kotaro Fukui(NIPR), Ryu Uemura (LSCE), Shuji Fujita, Hideaki Motoyama (NIPR)
- 22 Use of Laptop-computer-based GPS navigation system and satellite remote sensing data in inland survey of the Antarctic ice sheet
 Shuji Fujita, Surdyk Sylviane (National Institute of Polar Research)

December 3, Wednesday, 2008 (continued)

Oral presentation

Session VII. Transdisciplinary Research Integration Center

'Microbes on ice sheets and glaciers'

Chairperson: Baba, T. (NIG)

- OE-1 15:00-15:10
Environmental and Genetical Approach for Life on Earth with a Study of Relevant Modeling and Prediction Techniques (EAGLE): Introduction
Kanda, H. (TRIC)
- OE-2 15:10-15:30
Microbial analysis of Antarctic ice sheet and subglacial samples drilled at Dome Fuji, Antarctica by 16S rRNA gene analysis
Segawa, T., Uetake, J. (TRIC, NIPR), Rivera, A. (Centro de Estudios Científicos),
Motoyama, H., Kanda, H. (NIPR)
- OE-3 15:30-15:50
Microorganisms density changes during glacial-interglacial cycle in Dome Fuji ice core
Uetake, J., Segawa, T. (NIPR, TRIC), Motoyama, H., Kanda, H. (NIPR)
- OE-4 15:50-16:10
Changes of biological community from the 1990s to 2008 on the Yala Glacier, Nepali Himalayas
Takeuchi, N., Ishida, Y. (Chiba Univ.)
- OE-5 16:10-16:30
Microbial flora of glaciers in West Greenland
Kohshima, S. (Kyoto Univ.), Uetake, J. (NIPR), Takeuchi, N. (Chiba Univ.),
Segawa, T. (NIPR), Naganuma, T. (Hiroshima Univ.), Hebsgaard, M. (Copenhagen Univ.),
Kanda, H. (NIPR)
- OE-6 16:30-17:00
Probing for hydrocarbon degradation genes in drilling fluid in the deepest borehole at Vostok, East Antarctica as an extreme icy econiche
Alekhina, I. (OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS, Russia),
Petit, J. R. (Laboratory of Glaciology and Geophysics of Environment, CNRS-UJF.),
Bulat, S. (OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS, Russia)
- OE-7 17:00-17:30
Hidden life in extreme Subglacial Lake Vostok, East Antarctica
Bulat, S. (OMRB, Petersburg Nuclear Physics Institute RAS, Russia)

Poster presentation (13:25-14:55)

Transdisciplinary Research Integration Center

- PE-1 DNA analysis of a single pollen grain from Antarctic snow
Nakazawa, F., Uetake, J. (NIPR, TRIC), Kanda, H. (NIPR)
- PE-2 Spore forming halophilic bacteria isolated from Arctic terrains
Yukimura, K., Naganuma, T. (Hiroshima Univ.), Kohsima, S. (Kyoto Univ),
Uetake, J., Kanda, H. (NIPR)
- PE-3 Characteristics of impurities in ice cores drilled on the mountain glaciers
Ishida, Y., Takeuchi, N. (Chiba Univ.), Li, Z. (Tianshan Glaciological Station)
- PE-4 Tardigrada on the Qiyi Glacier in the Qilian Mountains, western China.
Takagi, Y., Takeuchi, N. (Chiba Univ.)
- PE-5 Variations in Sr, Nd isotopic ratio of surface dust on Asian glaciers
Nagatsuka, N., Takeuchi, N. (Chiba Univ.), Nakano, T. (RIHN)

18:00 Reception

December 4, Thursday, 2008

Oral presentation

Session VIII. Transdisciplinary Research Integration Center

'Life in the extreme environments'

Chairperson: Imura, S. (NIPR)

- OE-8 10:00-10:20
Genome Analysis of Antarctic Bacteria
Yanagihara, K., Baba, T., (TRIC), Niki, H. (NIG)
- OE-9 10:20-10:40
Phylogenetic characterization of non-rRNA sequences from uncultured environmental microbe mixtures on the basis of Batch Learning Self-Organizing Map (BLSOM)
Abe, T. (Nagahama Institute of Bio-Science and Technology), Sugawara, H. (NIG),
Kanaya, S. (NAIST), Ikemura, T. (Nagahama Institute of Bio-Science and Technology)
- OE-10 10:40-11:00
Comparative genomic analysis of the nematodes in Antarctica
Kagoshima, H., Kohara Y. (NIG)
- OE-11 11:00-11:20
Phylogenetic diversity of ammonia monooxygenase genes in sediment of Suribati Ike, Antarctica
Kaneko, R. (TRIC, NIPR), Imura, S. (NIPR), Seto, K. (Shimane Univ.), Kanda, H. (NIPR)
- OE-12 11:20-11:40
Environmental change in the Syowa Station area of Antarctica inferred from diatoms of Lake Skallen O-ike sediment core
Ohtani, S. (Shimane Univ.), Ohtsuka, T. (Lake Biwa Museum),
Inoue, G. (Otsuma Women's Univ.), Seto, K., (Shimane Univ.)
- OE-13 11:40-12:00
Interesting microorganisms in the Antarctica
Imanaka, T. (Ritsumeikan Univ.)

12:00-13:00 Lunch

13:00-14:00 Transdisciplinary Research Integration Center /Terrestrial Biology Poster Session

Session IX. Terrestrial Biology

'Ecosystem dynamics in polar regions'

Chairperson: Ohtani, S. (Shimane Univ.)

- OT-1 14:00-14:20
Population changes of moss inhabiting fungi at the north side cliff of Japanese Ny-Ålesund observatory, Spitsbergen Island, Norway from 2003 to 2008
Tokura, K., Tojo, M., (Osaka Pref. Univ.), Hoshino, T. (AIST),
Kida, K. (Osaka Pref. Univ., Kumiai Chemical Industry Co., Ltd.), Kanda, H. (NIPR)
- OT-2 14:20-14:40
Photosynthetic characteristics of biological soil crusts in a High Arctic glacier foreland in Ny-Ålesund, Svalbard
Yoshitake, S. (Waseda Univ.), Uchida, M. (NIPR), Koizumi, H. (Waseda Univ.),
Kanda, H. (NIPR), Nakatsubo, T. (Hiroshima Univ.)
- OT-3 14:40-15:00
Environmental changes in the Syowa Station area of Antarctica estimated from organic components in sediment core from Lake Skallen Oike.
Matsumoto, G. I., Moriyama, T. (Otsuma Women's Univ.), Tazawa, T.,
Takemura, T. (Tokyo Univ. Sci.), Seto, K. (Shimane Univ.), Watanabe, T. (Tohoku Univ.),
Nakamura, T. (Nagoya Univ.), Imura, S., Kanda, H. (NIPR)
- OT-4 15:50-15:20
Long-term monitoring on the limnological parameters in Skarvsnes lakes, East Antarctica
Kudoh, S. (NIPR, SOKENDAI), Tanabe, Y. (SOKENDAI)
- OT-5 15:20-15:50
Soil habitats of a coastal Antarctic environment: Primavera Station, Danco Coast, Antarctic Peninsula
Bölter, M. (Institute of Polar Ecology, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel),
Mataloni, G. (Ciudad Univ, Argentina), Möller, R.,
Scheltz, A. (Institute of Polar Ecology, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel)

15:50-17:00 Tansdisciplinary Research Integration Center /Terrestrial Biology Poster Session

17:00 Presentation Award (Tansdisciplinary Research Integration Center /Terrestrial Biology)

Poster presentation (13:00-14:00, 15:50-17:00)

Transdisciplinary Research Integration Center /Terrestrial Biology

PE-6 Altitudinal distribution of microorganisms in the Mocho Glacier in Chile

Yoshimura, Y. (Tamagawa Univ.), Segawa, T. (NIPR), Taguchi, Y. (Tamagawa Univ.),
Iida, T. (Tamagawa Univ.), Naganuma, T. (Hiroshima Univ.), Casassa, G. (CECS, Chile),
Kohshima, S. (Kyoto Univ.)

PE-7 Microbial community at deep-sea hydrothermal area in South Mariana Trough

Kato, S., Yokobori, S., Yamagishi, A. (Tokyo Univ. Pharm. Life Sci.)

PE-8 Genetic diversity of cyano- / proteobacterial RuBisCO in an Antarctic moss pillar

Nakai, R., Naganuma, T. (Hiroshima Univ.), Kagoshima, H., Niki, H., Kohara, Y. (NIG),
Imura, S., Kanda, H. (NIPR), Yanagihara, K., Baba, T. (TRIC), Abe, T. (Nagahamabaio Univ.)

PE-9 3D image analysis and genome plan in Polar regions *Bryophyta*

Kobayashi, S. (TRIC), Kanda, H. (NIPR), Fujiyama, A. (NII),

PE-10 Peri-Ice Ecosystem Exploration Project

Imura, S. (NIPR), Sugiyama, S. (ILTS), Fukui, K. (NIPR)

PE-11 Differences in stoichiometry between bryophytes and vascular plants in a high Arctic

Ueno, T. (NIPR), Osono, T. (Kyoto Univ.), Kanda, H. (NIPR)

PE-12 Lichen communities in Yukidori Valley of Langhovde

Inoue, M. (Akita Univ.)

* * *

PT-1 Photosynthetic characteristics of lichens on a glacier foreland, in Ny-Ålesund, Spitsbergen, Norway

Inoue, T. (SOKENDAI), Kudoh, S., Uchida, M., Kanda, H. (NIPR)

PT-2 Lichen species on lignum in the coastal regions of Western Spitsbergen (Svalbard)

Węgrzyn, M., Osyczka, P. (Jagiellonian University, Poland)

PT-3 Psychrophilic bacteria isolated from Antarctic soil associated with terrestrial moss vegetation

Kurosawa, N., Torii, T. (Soka Univ.), Imura, S. (NIPR), Naganuma, T. (Hiroshima Univ.)

PT-4 Isolation Culture of psychrophilic bacteria from plants and animals in Antarctica

Takahashi, T., Yamamoto, T., Aso, Y., Ohtani, S. (Shimane Univ.), Kondo, T.,
Kasai, W. (Kyushu Univ.), Kanda, H., Imura, S., Kudoh, S. (NIPR)

PT-5 Isolation and characterization of psychrophilic lactic acid bacteria from plants and animals in Antarctica

Aso, Y., Takahashi, T., Yamamoto, T., Ohtani, S. (Shimane, Univ.), Kanda, H., Imura, S.,
Kudoh, S. (NIPR)

PT-6 The basidiomycetous yeast, *Leucosporidium antarcticum* formed frost-pillar-like colony on frost medium

Fujiu, S. (Hokkaido Univ.), Hoshino, T. (Hokkaido Univ., AIST), Yoshida, M. (NARCH),
Kudoh, S. (NIPR)

PT-7 Biodiversity and environmental adaptations of fungi in terrestrial ecosystem around Syowa station, East Antarctica

Hoshino, T., Xiao, N., Fujiu, S. (Hokkaido Univ., AIST), Inaba, S. (NBRC, NITE), Degawa, Y.
(Kanagawa Pref. Museum), Yaguchi, T. (MMRC, Chiba Univ.), Tojo, M. (Osaka Pref. Univ.),

- Matsumoto, J. (Fukui Botanical Garden), Kudoh, S. (NIPR)
- PT-8 Detection of antimicrobial resistant bacteria from the Antarctic birds
Kaneko, C., Ishikawa, K. (Rakuno Gakuen Univ.), Hirono, I. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.),
Kanda, H. (NIPR), Tamura, Y. (Rakuno Gakuen Univ.)
- PT-9 Analysis of eukaryotic community structure in the Antarctic lake "Suribati-ike" sediment
Zhang, H., Hosoi-Tanabe, S., Nagata, S. (Kobe Univ.), Ban, S. (Shiga Pref. Univ.),
Imura, S. (NIPR)
- PT-10 Analysis of bacterial diversity and dimethyl sulfoxide respiring bacteria of Antarctic salt lakes
Matsuzaki, M., Wakitani, M., Takahashi, Y. (Hiroshima Univ.), Hoshino, T. (AIST),
Kasamatsu, N., Kudoh, S., Imura, S. (NIPR)
- PT-11 Antifungal activity of *Trichoderma polysporum* isolated from a moss on Spitsbergen Island for several
snow mold fungi
Yamazaki, Y., Tojo, M. (Osaka Pref. Univ.),
Kida, K. (Osaka Pref. Univ., Kumiai Chemical Industry Co.Ltd. Japan,
Hoshino, T. (AIST), Kanda, H.(NIPR)
- PT-12 Epidemiology of tar spot and rust diseases of polar willow - Effects of moss covering of ground
on occurrence of the tar spot and rust diseases -
Tojo, M. (Osaka Pref. Univ.)
- PT-13 Effect of temperature on substrates utilization pattern by soil microorganisms on Ellesmere Island,
High Arctic Canada
Uchida, M. (NIPR), Yoshitake, S. (Waseda Univ.), Nakatsubo, T. (Hiroshima Univ.),
Kanda, H. (NIPR)
- PT-14 The effects of culture conditions for investigating soil algal flora around Syowa Station
Chikuni, T. (Tsukuba Univ.), Ohtani, S. (Shimane Univ.), Inouye, I. (Tsukuba Univ.)
- PT-15 Responses of benthic algal communities living in Antarctic freshwater lake to light environmental change
Tanabe, Y. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Kudoh, S. (Grad. Univ. Adv. Stud., NIPR)
- PT-16 Physiological characteristics of Antarctic terrestrial photosynthetic organisms
Satoh, K., Katashima, Y., Kosugi, M. (Univ. Hyogo), Kudoh, S. (NIPR), Kashino, Y.,
Koike, H.(Univ. Hyogo)
- PT-17 Characterization of safe sites for vascular plants on a recently-deglaciated moraine in Ellesmere island,
high arctic Canada
Mori, A. (Kyoto Univ.), Uchida, M., Kanda, H. (NIPR)
- PT-18 Water absorption from needle surface of *Pinus pumila*
Kume, A. (Kyushu Univ.)
- PT-19 Why the growth of sphagnum mosses is restricted in the Midagahara Plateau, Mt. Tateyama, in Toyama
Prefecture, Japan
Maeda, Y., Kume, A. (Kyushu Univ.)
- PT-20 Vegetation and distribution of *Polygonum viviparum* in Mibu cirque at South Alps of Japan
Tomita, M. Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)

- PT-21 Timberline of Mt.Fuji –Structural change in timberline during 20 and 30 years-
Masuzawa, T. Ohishi, K. Tomita, M. (Shizuoka Univ.), Sakio, H. (Niigata Univ.)
- PT-22 Altitudinal distribution of microfungi associated with *Betula ermanii* leaf litter on Mt. Rishiri, northern Hokkaido
Osono, T. (Kyoto Univ.), Hirose, D. (Nihon Univ.)
- PT-23 Harpacticoid copepods from a saline lake in East Antarctica
Takahashi, K. T., Kudoh, S. (NIPR), Tanabe, Y. (SOKENDAI), Saito, K. (NIG),
Tanimura, A. (Mie Univ.), Kikuchi, Y. (Ibaraki Univ.)
- PT-24 The effect of UV-radiation on human fibroblasts in two-dimensional cultivation and artificially reconstructed skin
Iwano, K., Yamamoto, T., Takahashi, T., Aso, Y., Ohtani, S.(Shimane Univ.), Kanda, H., Imura, S.
Kudoh, S. (NIPR), Irie, S., Hattori, S., Tanaka, K. (Japan Institute of Leather Research/Nippi)
- PT-25 ^{137}Cs and ^{40}K in food chains of King George Island (South Shetlands, Antarctica)
Olech, M. A. (Jagiellonian Univ. Poland, Department of Antarctic Biology,
Polish Academy of Sciences, Poland),
Sobiech-Matura, K., Masniak, A. (Jagiellonian Univ. Poland),
Mietelski, J.W. (The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics,
Polish Academy of Sciences, Poland)
- PT-26 Evolution and adaptation of living in the extreme environments 1. Organic condition
Mita, H. (Fukuoka Inst. Technol.), Hashida, C. (Yasuda Women's Univ.),
Hashimoto, H. (JAXA/ISAS), Hidaka, T., Kawasaki, Y. (Inst. Advanced Studies),
Kishimoto, M. (Obihiro Univ. Agri. Vet. Med.), Kobayashi, K. (Yokohama Natl. Univ.),
Miyakawa, A. (Shizuoka Univ.), Naganawa, K. (Yokohama Natl. Univ.),
Ogawa, M. (Yasuda Women's Univ.), Satoh, S. (Yokohama Natl. Univ.), Suzuki, A. (Keio Univ.),
Takahashi, J. (NTT), Takano, Y. (JAMSTEC), Tsuji, T.(Tamagawa Univ.),
Wakana, I. (Kushiro Edu. Res. Cent.), Yamada, K. (Obihiro Univ. Agri. Vet. Med.),
Yabuta, H. (Osaka Univ.), Yoshimura, Y.(Tamagawa Univ.)
- PT-27 Evolution and adaptation of living in the extreme environments 2. bacteria and microorganisms
Hashida, C. (Yasuda Women's Univ.), Hashimoto, H. (JAXA), Hidaka, T.,
Kawasaki, Y. (Inst. Advanced Studies), Kishimoto, M. (Obihiro Univ. Agri. Vet. Med.),
Kobayashi, K. (Yokohama Natl. Univ.), Mita, H. (Fukuoka Inst. Technol.),
Miyakawa, A. (Shizuoka Univ.), Naganawa, K. (Yokohama Natl. Univ.),
Ogawa, M. (Yasuda Women's Univ.), Satoh, S. (Yokohama Natl. Univ.), Suzuki, A. (Keio Univ.),
Takahashi, J. (NTT), Takano, Y. (JAMSTEC), Tuji, T. (Tamagawa Univ.),
Wakana, I. (Kushiro Edu. Res. Cent.), Yamada, K. (Obihiro Univ. Agri. Vet. Med.),
Yabuta, H. (Osaka Univ.), Yoshimura, Y. (Tamagawa Univ.)
- PT-28 Aliens in Antarctica: A report of JARE49
Tsujimoto, M. (SOKENDAI), Imura, S., Kanda, H. (NIPR)

December 5, Friday, 2008

Oral presentation

Session X. Marine Biology ‘Southern Ocean Biology: international networks’

Chairperson: Fukuchi, M. (NIPR)

- OM-1 10:00-10:30
Australian and Japanese research in the Antarctic: the benefits of cooperation
Kawaguchi, S. (AAD)
- OM-2 10:30-11:00
Success of the Collaborative East Antarctic Marine Census (CEAMARC) Survey: setting the benchmark of marine biodiversity to understand climate change impacts.
Hosie, G.W. (AAD), Koubbi, P. (Université de Paris VI),
Ozouf-Costaz, C. (Muséum National d'Histoire Naturelle), Riddle, M. (AAD),
Ishimaru, T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.), Goffart, A. (Université de Liège),
Stoddart, D.M. (AAD), the CEAMARC Team
- OM-3 11:00-11:30
Relationship between distribution of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and environmental index MTEM-200 in the entire Antarctic Ocean
Naganobu, M. (NRIFS), Kitamura, T.,
Hasunuma, K. (Ocean Science and Technology Integrators)
- OM-4 11:30-12:00
Fine-scale linkages between foraging penguins and marine habitat features in South Orkney Islands, Antarctica
Takahashi, A. (NIPR), Watanabe, S. (Fukuyama Univ.), Kokubun, N. (SOKENDAI),
Naito, Y. (NIPR), Miyazaki, N. (Univ. Tokyo), Trathan, P. (BAS)

12:00-13:00 Lunch

13:00-14:00 Marine Biology Poster Session

Session XI. Marine Biology ‘Marine environment and organisms’

Chairperson: Takahashi, K. T. (NIPR)

- OM-5 14:00-14:20
Spatial variation of oceanic $p\text{CO}_2$ in the Southern Ocean at Umitaka-maru cruise 2007/08.
Nakaoka, S. (NIPR, NIES), Fukuchi, M. (NIPR), Nakazawa, T. (Tohoku Univ.)
Yoshikawa, H. (Hokkaido Univ.), Hashida, G., Yamanouchi, T. (NIPR),
Ishimaru T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech) Tsumori, H., Nojiri, Y. (NIES)

- OM-6 14:20-14:40
Primary productivity derived from phytoplankton absorption coefficient in the Southern Ocean
Takao, S., Hirawake, T., Saitoh, S. (Hokkaido Univ.), Horimoto, N., Ishimaru, T.,
Yamaguchi, Y. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.)
- OM-7 14:40-15:00
Zooplankton community structure off Lützow-Holm Bay: Special reference to smaller taxa
Makabe, R. (NIPR), Tanimura, A. (Mie Univ.), Fukuchi, M. (NIPR)
- OM-8 15:00-15:20
Bacterial community structures and luminescence of the fecal pellets of Antarctic krill and salps
Nishikawa, J., Tada, Y. (Tokyo Univ.), Wada, M. (Nagasaki Univ.), Hamasaki, K. (Tokyo Univ.)
- OM-9 15:20-15:40
Animal-borne cameras show interactions among sea-ice, krill and foraging penguins
Watanabe, S. (Fukuyama Univ.), Takahashi, A., Naito, Y. (NIPR),
Miyazaki, N. (Tokyo Univ.), Trathan, P. (BAS)
- OM-10 15:40-16:00
Long term variability of Chl-a and nutrient concentrations in the Southern Ocean using JARE
monitoring datasets.
Iida, T., Kasamatsu, N., Odate, T., Fukushi, M. (NIPR), Hirawake, T. (Hokkaido Univ.)

16:00-17:00 Marine Biology Poster Session

17:00 Presentation Award Marine Biology/ Closing remarks

Poster presentation (13:00-14:00, 16:00-17:00)

Marine Biology

- PM-1 Distribution and variation of oceanic CO₂ system in the Southern Ocean in summer of 2008
Hifumi, K. (Hokkaido Univ.), Hashida, G., Nakaoka, S., Fukuchi, M. (NIPR)
Yoshikawa, H. (Hokkaido Univ.)
- PM-2 How do krill affect the DMS distribution in the Southern Ocean?
Kasamatsu, N. (NIPR), Kawaguchi, S. (AAD), Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-3 Discrimination of phytoplankton functional group using spectral shape of absorption coefficient in the
Southern Ocean
Kondo, N., Hirawake, T., Saito, S. (Hokkaido Univ.)
- PM-4 Light acclimation states of phytoplankton in Antarctic Ocean as assessed by photosynthetic pigment
distribution
Kashino, Y. (Univ. Hyogo), Hashihama, F. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.),
Watanabe, K., Fukuchi, M. (NIPR), Satoh, K. (Univ. Hyogo), Kudoh, S. (NIPR)
- PM-5 Population dynamics of an ice-associated diatom, *Thalassiosira australis* Peragallo, under fast ice near
Syowa Station, East Antarctica, during austral summer
Ichinomiya, M., Nakamachi, M. (TNFRI), Fukuchi, M. (NIPR), Taniguchi, A. (Tokyo Univ. Agri.)

- PM-6 Diel changes in vertical distribution of small copepods under sea ice in mid-summer near Syowa Station, Antarctica
Tanimura, A. (Mie Univ.), Hattori, H. (Tokai Univ.),
Miyamoto, Y., (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.), Sasaki, H. (Senshu Univ. Ishinomaki),
Hoshiai, T., Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-7 Community structure and carbon biomass of epipelagic zooplankton off Lützow-Holm Bay in 2005 and 2006
Sawabe, E., Horimoto, N., Moteki, M. (Tokyo Univ. Mar. Sci. Tech.), Tanimura, A. (Mie Univ.),
Ishimaru, T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.)
- PM-8 Metabolic rates of Antarctic zooplankton during austral summer 2008
Ono, A., Hashihama, F., Ayukawa, K., Ishimaru, T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.)
- PM-9 Distribution of planktonic cnidarians off Lützow-Holm Bay, Southern Ocean
Toda, R., Moteki, M., Ishimaru, T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.)
- PM-10 Community structure of copepods in the Ross Sea (175°E)
Watanabe, Y. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.), Sawamoto, S. (Tokai Univ.),
Ishimaru, T. (Tokyo Univ. Mar. Sci. & Tech.), Naganobu, M. (NRIFS)
- PM-11 The mitochondrial genome sequences of antarctic copepods *Calanus simillimus*, *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus*
Saito, K., Shinya, M., Sakai, N. (NIG), Fukuchi, M., Odate, T., Takahashi, K.T. (NIPR)
- PM-12 The structural and functional characteristics of the vision in *Champsoccephalus gunnari* (Channichthyidae)
Miyazaki, T. (Mie Univ.), Iwami, T. (Tokyo Kasei Gakuin Univ.), Yamauchi, M. (NIRS),
Shimizu, R., Yamauchi, S. (Mie Univ.)
- PM-13 Larvae-carrying behavior of *Harpagifer antarcticus* Nybelin (Notothenioidei, Harpagiferidae) reared in an aquarium
Saito, F. (Tokyo Sea Life Park), Iwami, T. (Tokyo Kasei Gakuin Univ.),
Tada, S., Sasumuma, S., Mimori, R., Ikeda, M. (Tokyo Sea Life Park)
- PM-14 Measurements of air-sea ice CO₂ flux over landfast sea ice in the Arctic Ocean, off Barrow, Alaska
Nomura, D., Shirasawa, K. (Hokkaido Univ.), Eicken, H.,
Gradinger, R. (Univ. of Alaska Fairbanks)
- PM-15 Photosynthetic properties of phytoplankton inhabiting Mackenzie Shelf
Aikawa, S. (Univ. Hyogo), Sampei, M. (Laval Univ.), Hattori, H. (Tokai Univ.),
Sasaki, H. (Ishinomaki Senshu Univ.), Fukuchi, M. (NIPR), Satoh, K. (Univ. Hyogo),
Kudoh, S. (NIPR), Tremblay, J.-E. Fortier, L. (Laval Univ.), Kashino, Y. (Univ. Hyogo)
- PM-16 Seasonal change of sediment trap-collected pteropod (*Limacina helicina*, *Gastropoda: Thecosomata*) in Amundsen Gulf, 2004-2006
Akiha, F., Takahashi, Y., Sasaki, H. (Ishinomaki Senshu Univ.), Sampei, M. (Laval Univ.),
Hattori, H. (Tokai Univ.), Fukuchi, M. (NIPR)

- PM-17 Seasonal variation of trap-collected copepod *Metridia longa* in Amundsen Gulf, 2004-2006
Suzuki, T., Sasaki, H. (Isinomaki Senshu Univ.), Sampei, M. (Laval Univ.),
Hattori, H. (Tokai Univ.), Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-18 Preliminary results from the IPY cruise of T/V Oshoro Maru in Bering and Chukchi Seas
Hirawake, T., Fujiwara, A., Matsumoto, K., Saitoh, S., Kaeriyama, H.,
Yabe, M. (Hokkaido Univ.)
- PM-19 Size-fractionated chlorophyll *a* and primary production in the coastal area of Shiretoko Peninsula
Shiomoto, A. (Tokyo Univ. Agri.)
- PM-20 Temporal change in fractionized Chlorophyll-*a* in sea-ice and water column in Notoro-ko Lagoon
Nishino, Y., Sato, T., Taniguchi, A. (Tokyo Univ. Agri.)
- PM-21 PSII electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence of ice algal community in Saroma-ko Lagoon, Hokkaido
Obata, M., Taguchi, S. (Soka Univ.)
- PM-22 Effects of UV radiation on bacterial community composition in the western North Pacific
Kataoka, T. (Hokkaido Univ.), Hodoki Y. (Shimane Univ.), Higashi, S. (Hokkaido Univ.)
- PM-23 Cetacean Sighting Survey within Pack Ice using Ice Breaker, Shirase
Shimada, H. (NRIFSF)
- PM-24 Dive angles and stroke patterns of migrating elephant seals: comparison among dive functions
Mitani, Y. (NIPR), Sato, K. (Univ. Tokyo), Costa, D. P.,
Le Boeuf, B. J. (University of California, Santa Cruz), Naito, Y. (Bio-logging Institute, NIPR)
- PM-25 Monitoring swimming behavior in the captive northern fur seal with acceleration data logger
Iwata, T. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Mitani, Y. (NIPR · JSPS), Yonezaki, S. (NRIFSF, ICR),
Koyama, K. (Izu Mito Sea Paradise), Takahashi, A. (NIPR, Grad. Univ. Adv. Stud.)
- PM-26 Foraging ranges of streaked shearwaters in response to the seasonal environmental changes in the Kuroshio-Oyashio transition region, northwestern Pacific
Yamamoto, T. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Takahashi, A. (NIPR), Katsumata, N.,
Sato, K. (Univ. Tokyo), Oka, N. (Yamashina Inst. Ornithology), Trathan, P. (BAS)
- PM-27 Inter-annual change of water mass use during diet switching by Rhinoceros Auklet
Ito, M., Watanuki, Y. (Hokkaido Univ.)
- PM-28 GPS tracking suggests dynamic soaring of Black-footed Albatrosses
Harada, T. (Hokkaido Univ.), Yoda, K. (Nagoya Univ.), Watanuki, Y. (Hokkaido Univ.)
- PM-29 Diving behaviour of Chinstrap penguins in relation to breeding stage and sex
Mori, Y. (Teikyo Univ Sci Tech), Takahashi, A. (NIPR),
Kokubun, N. (Grad Univ Adv Stud), Akaike, N. (Teikyo Univ Sci Tech)
Shin, H.-C. (Korea Inst Polar Res)

